# BAB II

**TINJAUAN PUSTAKA**

## Uraian Tumbuhan

### Klasifikasi Tumbuhan Kayu Raru (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre)

Gambar 2.1 Tumbuhan Kayu Raru (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre)

Menurut Herbarium Medanense (MEDA) Universitas Sumatera Utara, tumbuhan Kayu Raru (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre) sistematika sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Malvales

Famili : Dipterocarpaceae

Genus : Cotylelobium

Spesies : *Cotylelobium melanoxylon* Pierre

Nama local : Kayu Raru

### Morfologi Kayu Raru (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre)

Kayu Raru adalah tumbuhan tropis anggota famili Dipterocarpaceae yang merupakan famili dengan jumlah spesies terbesar didunia dan dikenal sebagai penghasil kayu yang berkualitas, dikenal juga sebagai penghasil produk non kayu. Di Sumatera dan Kalimantan pohon Kayu Raru tersebar dengan spesies yang berbeda. Kayu Raru banyak digunakan sebagai bahan mebel dan bangunan, sedangkan kulitnya juga digunakan sebagai pengobatan. Tingginya minat permintaan kayu raru yang menyebabkan penurunan populasi, sehingga diperlukan untuk dilakukan konservasi untuk jenis ini. Adapun nama kayu raru di berbagai daerah ialah Rasak, Resak daun lebar (Sumatera), Awing, Damat Resak, Gagil, Resak (Kalimantan) (Susilowati dkk., 2020).

Kayu Raru memiliki 4 jenis pohon tanaman raru sebagai tanaman pohon hutan yaitu : *Cotylelobium melanoxylum* Pierre, *Shorea bolancarpoides* Symington*, Cotylelobium lanceolatum* Craib*, Cotylelobium melanoxylon* Pierre (Diah dkk, 2019). Kayu Raru dapat di bedakan jenis nya dari daun kayu raru karena mereka memiliki karakteristik yang berbedan dan menjadi pengenal utama untuk dapat membedakan spesies kayu raru. Pada umumnya pohon kayu raru memiliki susunan daun tunggal, pucuk daun gundul, dan letak daun berseling. Jenis pohon kayu raru local memiliki karakter dari batang silindris, arsitektur percabangan monopodial yaitu batang yang selalu tampak jelas dan karakter batang bersambung (Susilowati dkk, 2020).

### Kandungan Kimia Kulit Kayu Raru (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre)

Kulit kayu raru disumatera juga dikenal dengan kelompok jenis kulit yang dijadikan sebagai bahan tambahan pada minuman beralkohol. Bahkan, di daerah Kalimantan menjadikan kulit kayu raru sebagai pengawet air nira, yng berkhasiat sebagai antidiabetik (penurun kadar gula didalam darah)(Astika Winahyu dkk., 2019). Kulit kayu raru memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yaitu terpenoid, arilpropanoid, benzofuran, flavonoid, hidrokuinon, dan oligostilbenoid (Verawati dkk., 2017).

Kulit batang kayu raru memiliki senyawa aktif flavonoid, tanin dan saponin  
yang memiliki aktivitas hipoglikemik atau penurun kadar gula darah. Flavonoid  
merupakan senyawa polifenol yang memiliki aktivitas biologi seperti antioksidan,  
antibakteri, antikolesterol, antihiperlipidemia, antivirus, antidiabetes, antiradang,  
antikanker penelitian ini dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis (Astika Winahyu dkk., 2019).

## Simplisia

Simplisia adalah bahan alam yang telah dikeringkan yang digunakan untuk pengobatan dan belum mengalami pengolahan. Pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari, diangin-angin, atau menggunakan oven, kecuali dinyatakan lain suhu pengeringan dengan oven tidak lebih dari 60 OC (Kemenkes RI,2017).

Menurut “Materia Medika Indonesia” simplisia dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu; simplisia nabati, simplisia hewani, dan simplisia mineral (Depkes RI, 1995). Simplisia Nabati adalah simplisia yang berupa tumbuhan utuh, bagian tumbuhan atau eksudat tumbuhan. Eksudat tumbuhan adalah isi sel yang secara spontan keluar dari tumbuhan atau dengan cara tertentu dikeluarkan dari selnya atau zat nabati lain yang dengan cara tertentu dipisahkan dari tumbuhannya (Kemenkes RI,2017). Pada umumnya pembuatan simplisia melalui tahapan sebagai berikut (Agoes, 2010):

1. Pengumpulan bahan baku

Kadar bahan aktif dalam simplisia bergantung pada bagian tanaman yang digunakan, usia tanaman atau bagian tanaman saat panen, waktu panen dan lingkungan tumbuh.

1. Sortasi basah

Sortasi basah dilakukan untuk memisahkan cemaran (kotoran dan bahan asing lain) dari bahan simplisia. Pembersihan simplisia dari tanah dapat menurangi jumlah kontaminasi mikrobiologi.

1. Pencucian

Pencucian dilakukan dengan air bersih (sumur, PAM, atau dari mata air). Simplisia yang mengandung zat mudah larut dalam air mengalir, dicuci dalam waktu sesingkat mungkin. Dalam satu kali pencucian sayur- mayor akan dapat menghilangkan lebih kurang 25% jumlah mikroba awal. Jadi, penting sekali diperhatikan kualitas air pencucian yang digunakan bakteri yang umum terdapat dalam air adalah Pseudomonas, Proteus, Mikrococcus, Basillus, Streptococcus, Enterobacter dan Escherichia pada simplisia akar, batang atau buah. Untuk mengurangi jumlah mikroba awal dapat dilakukan pengupasan kulit luar.

1. Perajangan

Perajangan bahan simplisia dilakukan untuk mempermudah proses pengeringan, pengepakan dan penggilingan. Tanaman yang baru dipanen, sebelum dirajang, terlebih dahulu dijemur dalam keadaan utuh selama 1 hari. Perajangan dapat dilakukan dengan pisau atau mesin perajang khusus sehingga diperoleh irisan tipis atau potongan dengan ukuran tertentu.

1. Pengeringan

Pengeringan bertujuan untuk mendapatkan simplisia yang tidak mudah rusak sehingga dapat disimpan untuk jangka waktu lebih lama. Dengan penurunan kadar air, hal tersebut dapat menghentikan reaksi enzimatik sehingga dapat dicegah terjadinya penurunan mutu atau perusakan simplisia. Suhu pengeringan bergantung pada simplisia dan cara pengeringan. Pengeringan dapat dilakukan antara suhu 30°C 90°C (terbaik 60°C). Jika simplisia mengandung bahan aktif tidak tahan panas atau mudah menguap, pengeringan dilakukan pada suhu serendah mungkin, misalnya 30°C - 45°C atau dengan cara pengeringan vakum.

1. Sortasi kering

Sortasi setelah pengeringan merupakan tahap akhir pembuatan simplisia. Tujuan sortasi adalah untuk memisahkan benda asing seperti bagian tanaman yang tidak diinginkan dan pengotor lain yang masih ada atau tertinggal pada simplisia kering. Proses ini senaiknya dilakukan sebelum pengemasan simplisia.

1. Pengepakan dan penyimpanan

Simplisa dapat rusak atau berubah mutunya karena faktor internal dan eksternal simplisia, seperti cahaya, oksigen udara, reaksi kimia intenal dehidrasi, penguapan air, pengotoran, serangga, kapang dan pemeriksaan mutu.

## Ekstraksi

Ekstraksi suatu tanaman obat adalah pemisahan secara kimia atau fisika suatu bahan padat atau bahan cair dari suatu padatan, yaitu tanaman obat (Depkes RI, 2000). Metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut dibedakan menjadi dua cara yaitu ; cara dingin dan cara panas. Cara dingin terbagi menjadi dua yaitu; maserasi dan perkolasi, sedangkan cara panas ini pastinya melibatkan panas dalam prosesnya. Dengan adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses penyarian dibandingkan cara dingin. Metodanya adalah refluks, ekstraksi dengan alat soxhlet dan infusa (Sudarwati dkk, 2019).

### Cara Dingin

1. Maserasi

Maserasi berasal dari bahasa latin macerase berarti mengairi dan melunakkan. Maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Dasar dari maserasi adalah melarutnya bahan kandungan simplisia dari sel yang rusak, yang terbentuk pada saat penghalusan, ekstraksi (difusi) bahan kandungan dari sel yang masih utuh. Setelah selesai waktu maserasi, artinya keseimbangan antara bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan yang masuk kedalam cairan, telah tercapai maka proses difusi segera berakhir (Voigt, 1994).

Selama maserasi atau proses perendaman dilakukan pengocokan berulangulang, upaya pengocokan ini dapat menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat didalam cairan. Sedangkan keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif. Secara teoritis pada suatu maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolut. Semakin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengekstraksi, akan semakin banyak hasil yang diperoleh (Voigt, 1994). Secara teknologi maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang kontinu (terus-menerus). Remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama, dan seterusnya.

1. Perkolasi

Perkolasi adalah prosedur yang paling sering digunakan untuk mengekstrak bahan aktif dalam tumbuhan. Sebuah perkolator adalah wadah sempit berbentuk kerucut terbuka di kedua ujungnya. Sampel tumbuhan padat dibasahi dengan sejumlah pelarut yang sesuai dan dibiarkan selama kira-kira 4 jam dalam wadah tertutup. Selanjutnya bagian atas perkolator ditutup. Pelarut ditambahkan hingga merendam sampel. Campuran sampel dan pelarut dapat dimaserasi lebih lanjut dalam wadah percolator tertutup selama 24 jam. Saluran keluar perkolator kemudian dibuka dan cairan yang terkandung di dalamnya dibiarkan menetes perlahan. Pelarut dapat ditambahkan sesuai kebutuhan, sampai ukuran perkolasi sekitar tiga perempat dari volume yang diperlukan dari produk jadi (Julianto,2019).

### Cara Panas

1. Refluks

Salah satu metode sintesis senyawa anorganik adalah refluks, metode ini digunakan apabila dalam sintesis tersebut menggunakan pelarut yang volatil. Pada kondisi ini jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi berjalan sampai selesai. Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dengan kondensor sehingga pelarut yang tadinya dalam bentuk uap akan mengembun pada kondensor dan turun lagi ke dalam wadah reaksi sehingga pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung. Sedangkan aliran gas N2 diberikan agar tidak ada uap air atau gas oksigen yang masuk terutama pada senyawa organologam untuk sintesis senyawa anorganik karena sifatnya reaktif (Sudarwati 2019).

1. Soxhlet

Sokletasi adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Sokletasi digunakan pada pelarut organik tertentu. Dengan cara pemanasan, sehingga uap yang timbul setelah dingin secara kontinyu akan membasahi sampel, secara teratur pelarut tersebut dimasukkan kembali ke dalam labu dengan membawa senyawa kimia yang akan diisolasi tersebut. Pelarut yang telah membawa senyawa kimia pada labu distilasi yang diuapkan dengan rotary evaporator sehingga pelarut tersebut dapat diangkat lagi bila suatu campuran organik berbentuk cair atau padat ditemui pada suatu zat padat, maka dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut yang diinginkan (Sudarwati 2019).

1. Infusa

Infusdasi merupakan metode ekstraksi dengan pelarut air. Pada waktu proses infusdasi berlangsung, temperatur pelarut air harus mencapai suhu 90ºC selama 15 menit. Rasio berat bahan dan air adalah 1 : 10, artinya jika berat bahan 100 gr maka volume air sebagai pelarut adalah 1000 ml. Cara yang biasa dilakukan adalah serbuk bahan dipanaskan dalam panci dengan air secukupnya selama 15 menit terhitung mulai suhu mencapai 90ºC sambil sekali-sekali diaduk. Saring selagi panas melalui kain flanel, tambahkan air panas secukupnya melalui ampas hingga diperoleh volume yang diinginkan. Apabila bahan mengandung minyak atsiri, penyaringan dilakukan setelah dingin (Sudarwati 2019).

## Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Depkes RI, 1995). Ada beberapa jenis ekstrak yakni: ekstrak cair, ekstrak kental dan ekstrak kering. Ekstrak cair jika hasil ekstraksi masih bisa dituang, biasanya kadar air lebih dari 30%. Ekstrak kental jika memiliki kadar air antara 5-30%. Ekstrak kering jika mengandung kadar air kurang dari 5% (Voigt, 1994).

Faktor yang mempengaruhi ekstrak yaitu faktor biologi dan faktor kimia. Faktor biologi meliputi: spesies tumbuhan, lokasi tumbuh, waktu pemanenan, penyimpanan bahan tumbuhan, umur tumbuhan dan bagian yang digunakan. Sedangkan faktor kimia yaitu: faktor internal (Jenis senyawa aktif dalam bahan, komposisi kualitatif senyawa aktif, komposisi kuantitatif senyawa aktif, kadar total rata-rata senyawa aktif) dan faktor eksternal (metode ekstraksi, perbandingan ukuran alat ekstraksi, ukuran, kekerasan dan kekeringan bahan, pelarut yang digunakan dalam ekstraksi, kandungan logam berat, kandungan pestisida (Depkes RI, 2000).

Selain faktor yang mempengaruhi ekstrak, ada faktor penentu mutu ekstrak yang terdiri dari beberapa aspek, yaitu; kesahihan tanaman, genetik, lingkungan tempat tumbuh, penambahan bahan pendukung pertumbuhan, waktu panen, penangan pasca panen, teknologi ekstraksi, teknologi pengentalan dan pengeringan ekstrak, dan penyimpanan ekstrak (Saifudin, Rahayu, & Teruna, 2011). Salah satu parameter mutu ekstrak adalah rendemen ekstrak yang dihasilkan. Rendemen adalah perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal. Rendemen menggunakan satuan persen (%), semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan menandakan nilai ekstrak yang dihasilkan semakin banyak. Rendemen suatu ekstrak dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah metode ekstraksi yang digunakan (Wijaya dkk, 2018).

## Skrinning Fitokimia

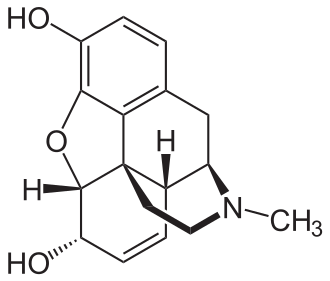
Skrining fitokimia merupakan langkah awal dalam suatu penelitian fitokimia yang bertujuan untuk mengetahui gambaran tentang golongan senyawa yang terkandung dalam tanaman yang digunakan sebagai sampel, dengan cara memisahkan antara senyawa yang terkandung dan senyawa yang tidak terkandung dalam sampe. Metode skrining fitokimia dilakukan dengan melihat reaksi warna yang dihasilkan menggunakan suatu penambahan reaksi terentu (Kristianti dkk., 2008).

Metode yang digunakan pada skrinning fitokimia harus memenuhi beberapa kriteria yaitu, lebih sederhana, cepat, hanya membutuhkan peralatan yang sederhana, khas untuk satu golongan senyawa,dapat mendeteksi keberadaan senyawa meskipun dalam konsentrasi yang cukup kecil, salah satu hal yang berperan penting dalam prosedur skrinning fitokimia ialah pelarut yang digunakan untuk ekstraksi. Skrinning fitokimia untuk menguji senyawa flavonoid, terpenoid, alkaloid, steroid, tannin, dan saponin (Gultom dkk,2019).

## Senyawa Metabolit Sekunder

### Alkaloid

Alkaloid adalah kelompok metabolit sekunder terpenting yang ditemukan pada tumbuhan. Keberadaan alkaloid di alam tidak pernah berdiri sendiri. Golongan senyawa ini berupa campuran dari beberapa alkaloid utama dan beberapa kecil. Kebanyakan alkaloid memiliki rasa pahit, bersifat basa lemah, dan sedikit larut dalam air dan dapat larut dalam pelarut organic non polar seperti dietil eter, kloroform dan lain-lain (Julianto,2019). Alkaloid mempunyai struktur kimia berupa sistem lingkar heterosiklis dengan nitrogen sebagai hetero atomnya. Unsur-unsur penyusun alkaloid adalah karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Namun terdapat beberapa alkaloid yang tidak mengandung oksigen. Adanya nitrogen dalam lingkar pada struktur kimia alkaloid menyebabkan alkaloid bersifat alkali (Sumardjo, 2009).



Gambar 2.2 Alkaloid

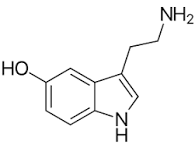
Alkaloid merupakan salah satu metabolit sekunder yang mempunya aktivitas fisiologis dan banyak ditemukan dialam. Alkaloid berbentuk garam organic, padat, berkristal dan tidak berwarna. Alkaloid mempunyai kemampuan bagi tubuh sebagai pemicu system saraf, hipotensi, analgetic, antimicrobe, obat penenang, dan penyakit jantung (Karim dkk., 2022). Alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan menganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian pada sel tersebut (Tjandra & Datu, 2020).

Alkaloid tidak mempunyai tatanama sistematik, oleh karena itu suatu alkaloid dinyatakan dengan nama trival, misalnya kuinin, morfin, dan stiknin. Hampir semua nama trival ini berakhir dengan yang mencirikan alkaloid. Alkaloid menurut Winterstein dan trier didefenisikan sebagai senyawa yang bersifat basa, mengandung atom nitrogen yang berasal dari tanaman dan hewan. Alkaloid sering kali beracun bagi manusia dan banyak yang mempunyai kegiatan fisiologi yang menonjol, jika digunakan secara luas dalam bidang pengobatan. Alkaloid biasanya tidak berwarna, sering kali bersifat optis aktif. Kebanyakan berbentuk kristal hanya sedikit yang berbentuk cairan pada suhu kamar (Suteja dkk, 2019).

Menurut (Putri dkk, 2019)Alkaloid dikelompokkan menjadi :

1. Alkaloid sejati

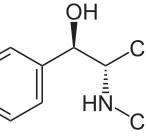
Alkaloid sejati adalah racun, senyawa tersebut menunjukkan aktivitas  
fisiologi yang luas, hampir tanpa terkecuali bersifat basa, lazim mengandung nitrogen dalam cincin heterosiklik, diturunkan dari asam amino dan biasanya terdapat dalam tanaman sebagai garam asam organik. Tetapi ada beberapa alkaloid ini yang tidak bersifat basa, tidak mempunyai cicin heterosiklis dan termasuk alkaloid kuartener yang lebih condong bersifat asam. Contoh dari alkaloid ini adalah serotonin.



Gambar 2.3 Serotonin

1. Protoalkaloid

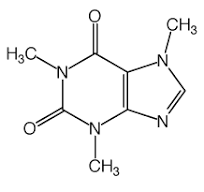
Protoalkaloid merupakan asam amino yang relatif sederhana dan nitrogen  
asam amino tidak terdapat dalam cincin heterosiklik. Protoalkaloid diperoleh berdasarkan biosintesis dari asam amino yang bersifat basa. Contoh meskalin dan efedrina.



Gambar 2.4 Efedrina

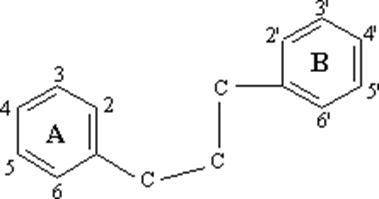
1. Pseudoalkaloid

Pseudoalkaloid tidak diturunkan dari prekusor asam amino. Senyawa  
biasanya bersifat basa. Ada dua seri alkaloid yang penting dalam kelas ini  
yaitu alkaloid stereoidal ( konessin) dan purin (Kafein).



Gambar 2.5 Kafein

### Flavonoid

 Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenolik terbesar di alam banyaknya senyawa flavonoid ini karena banyaknya jenis tingkat hidroksilasi alkoksilasi pada strukturnya. Lebih dari 2000 flavonoid yang berasal dari tmbuhan telah diidetifikasi, diantaranya senyawa antosianin, favonol, dan flavon. Flavonoid sebagian besar terhimpun dalam vakuola sel tumbuhan walaupun tempat sintesisnya ada di uar vakuola, Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon yang membentuk susunan C6-C3-C6. (Julianto,2019).

Gambar 2.6 Flavonoid

### Tanin

Tanin adalah suatu senyawa fenolik yang memberikan rasa pahit dan sepat/kelat, dapat bereaksi dan menggumpalkan protein atau senyawa organic lainnya yang mengandung asam amino dan alkaloid. Senyawa-senyawa Tanin ditemukan pada banyak jenis tumbuhan. Senyawa ini berperan penting untuk melindungi tumbuhan dari pemangsaan oleh herbivora dan hama, serta sebagai agen pengatur dalam metabolisme tumbuhan, Tanin dalam bentuk ini adalah tannin yang terhidrolisis oleh asam atau enzim menghasilkan asam galat dan asam elagat. Secara kimia, tannin terhidrolisis dapat merupakan ester atau asam fenolat. (Julianto,2019).



Gambar 2.7 Tanin

### Saponin

Saponin merupakan senyawa dalam bentuk glikosida triterpenoida ataupun glikosida stereoida yang merupakan senyawa aktif permukaan yang kuat dan menimbulkan busa bila dikocok dengan air. Saponin bersifat seperti sabun serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya dalam membentuk busa dan menghemolisa sel darah merah (Harborne, 1987).

Pembentukan busa yang mantap waktu mengekstraksi tumbuhan merupakan bukti terpercaya akan adanya saponin. Sifat yang dimiliki saponin antara lain memiliki rasa pahit, membentuk busa yang stabil dalam larutan air. Identifikasi adanya saponin menggunakan dengan terbentuknya busa dan dapat bertahan tidak kurang dari 10 menit serta tidak hilang setelah penambahan HCI 2N (Harborne, 1987).

### Steroid dan Terpenoid

Steroid adalah triterpena yang kerangka dasarnya berupa cincin siklopentana perhidrofenantrenan. Nama sterol dipakai khusus untuk steroid alkohol tetapi untuk lebih praktis, karena semua steroid tumbuhan berupa alkohol dengan gugus hidroksil pada aton C-3 seringkali semuanya steroid tumbuhan disebut sterol Sterol terdapat dalam bentuk bebas dan terikat sebagai glikosida sederhana, memiliki aktivitas biologis antara lain peningkatan atau pengendalian reproduksi pada manusia, contohnya progesteron dan testosteron. Senyawa steroid digunakandalam bidang pengobatan sebagai kardiotik precursor, vitamin D, kontrasepsi oral dan anti inflamasi (Tyler, 1976).

Senyawa terpena merupakan kelompok senyawa organik hidrokarbon yang melimpah yang dihasilkan oleh berbagai jenis tumbuhan. Terpenoid juga dihasilkan oleh serangga. Senyawaan ini pada umumnya memberikan bau yang kuat dan dapat melindungi tumbuhan dari herbivora dan predator.Terpenoid juga merupakan komponen utama dalam minyak atsiri dari beberapa jenis tumbuhan dan bunga. Minyak atsiri digunakan secara luas untuk wangi-wangian parfum, dan digunakan dalam pengobatan seperti aromaterapi (Harborne, 1987).

### Glikosida

Glikosida adalah suatu senyawa metabolit sekunder yang berikatan dengan senyawa gula melalui ikatan glikosida. Glikosida memainkan peranan penting dalam sistem hidup suatu organisme. Beberapa tumbuhan menyimpan senyawa-senyawa kimia dalam bentuk glikosida yang tidak aktif. Senyawa-senyawa kimia ini akan dapat kembali aktif dengan bantuan enzim hydrolase yang menyebabkan bagian gula putus, menghasilkan senyawa kimia yang siap untuk digunakan. Beberapa glikosida dalam tumbuhan digunakan dalam pengobatan (Julianto,2019).



## Spektrofotometri UV-Vis

### Pengertian

Spektroskopi UV-tampak dapat dilakukan untuk analisis kualitatif dan untuk identifikasi kelas tertentu dari senyawa dalam campuran murni dan biologis. Lebih disukai, spektroskopi UV-tampak dapat digunakan untuk analisis kuantitatif karena molekul-molekul aromatik adalah kromofor kuat dalam rentang UV. Senyawa alami dapat ditentukan dengan menggunakan spektroskopi UV-tampak. Senyawa fenolik termasuk anthocyanin, tanin, pewarna polimer, dan fenol membentuk kompleks dengan besi yang telah terdeteksi oleh spektroskopi ultraviolet-tampak (UV-Vis). Selain itu, teknik spektroskopi UV-Vis diketahui menjadi kurang selektif dalam memberikan informasi tentang komposisi kandungan polifenol total. Spektroskopi UV-Vis dapat digunakan untuk menentukan total fenolik ekstrak (280 nm), flavones (320 nm), asam fenolik (360 nm), dan total anthosianid (520 nm). Teknik ini tidak memakan waktu, dan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan teknik lain (Julianto, 2019).

Spektrofotometrimerupakan suatu metode analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombamg spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor fototube. Secara sederhana, spektrofotometri adalah pengukuran penyerapan energi cahaya suatu sistem kimia sebagai fungsi dari panjang gelombang dan radiasi. Dalam percobaan, metode ini biasanya digunakan untuk menentukan kadar Fe3+ dalam sampel. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV/Vis yang merupakan sebuah instrumen untuk mengukur transmitansi atau absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang (UV: 185–400 nm; Vis: 400–760 nm). Spektrofotometri dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual dengan studi yang lebih mendalam dari absorbsi energi. Absorbsi radiasi oleh suatu sampel diukur pada berbagai panjang gelombang dan dialirkan oleh suatu perekam untuk menghasilkan spektrum tertentu yang khas untuk komponen yang berbeda (Yudono, 2017).

1. **Tipe-tipe Spektrofotometer UV-Vis**

Pada umumnya terdapat dua tipe instrumen spektrofotometer, yaitu *single-beam* dan *double-beam*.*Single-beam instrument*, dapat digunakan untuk kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. *Single-beam instrument* mempunyai beberapa keuntungan yaitu sederhana, harganya murah, dan mengurangi biaya yang ada merupakan keuntungan yang nyata.

Beberapa instrumen menghasilkan *single-beam instrument* untuk pengukuran sinar ultra violet dan sinar tampak. Panjanggelombang paling rendah adalah 190 sampai 210 nm dan palingtinggi adalah 800 sampai 1000 nm .*Doublebeam* dibuat untuk digunakan pada panjang gelombang 190sampai 750 nm. *Double-beam instrument*  mempunyai dua sinar yangdibentuk oleh potongan cermin yang berbentuk V yang disebutpemecah sinar. Sinar pertama melewati larutan blanko dan sinarkedua secara serentak melewati sampel (Suhartati, 2017).



Gambar 2.8 Diagram Alat Spektrometer UV-Vis *(Single beam)*

Sumber sinar polikromatis, untuk sinar UV adalah lampu deuterium, sedangkan sinar Visibel atau sinar tampak adalah lampu wolfram. Monokromator pada spektrometer UV-Vis digunakaan lensa prisma dan filter optik. Sel sampel berupa kuvet yang terbuat dari kuarsa atau gelas dengan lebar yang bervariasi. Detektor berupa detektor foto atau detektor panas atau detektor dioda foto, berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Diagram spektrofotometer UV-Vis (Double-beam) dapat dilihat pada Gambar 2 (Suhartati,2017).



Gambar 2.9 Skema Spektrofotometer UV-Vis *(Double-beam)*



### Syarat Pengukuran

Spektrofotometri UV-Visible dapat digunakan untuk penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya sampel harus diubah menjadi suatu larutan yang jernih Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan beberapa persyaratan pelarut yang dipakai antara lain: 1. Harus melarutkan sampel dengan sempurna. 2. Pelarut yang dipakai tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna (tidak boleh mengabsorpsi sinar yang dipakai oleh sampel) 3. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis 4. Kemurniannya harus tinggi (Suhartati, 2017).

Sinar tampak fungsinya ya seperti namanya, agar membuat tampak benda-benda di sekeliling kita. jadi kita bisa membedakan setiap benda dari warnanya. Salah satu aplikasi dari sinar tampak adalah penggunaan sinar laser dalam serat optik pada bidang telekomunikasi.Cahaya yang diserap oleh suatu zat berbeda dengan cahaya yang ditangkap oleh mata manusia. Cahaya yang tampak atau cahaya yang dilihat dalam kehidupan sehari-hari disebut warna komplementer. Misalnya suatu zat akan berwarna orange bila menyerap warna biru dari spektrum sinar tampak dan suatu zat akan berwarna hitam bila menyerap semua warna yang terdapat pada spektrum sinar tampak (Yudono, 2017).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Panjang gelombang**  **(nm)** | **Warna yang**  **Diabsorpsi** | **Warna yang dipantulkan**  **(komplementer)** |
| 340 – 450 | Lembayung | Kuning – hijau |
| 450 – 495 | Biru | Kuning |
| 495 – 570 | Hijau | Violet |
| 570 – 590 | Kuning | Biru |
| 590 – 620 | Jingga | Hijau-biru |
| 620 – 750 | Merah | Biru-hijau |

Tabel 2.1 Komplementer

Spektrofotometeradalah absorbansi, transmitan, kuvet, drive cell, dan blangko. Absorbansiadalah daya radiasi sinar yang diserap oleh larutan baik itu larutan baku maupun blangko, sedangkan transmitan adalah daya radiasi sinar yang diteruskan atau yang keluar dari kuvet dan daya radiasi sinar yang masuk ke dalam kuvet. Kuvet adalah tempat untuk meletakkan larutan, baik larutan blangko maupun larutan baku, sedangkan Drive celladalah tempat untuk meletakkan kuvet. Keberadaan blangkoberfungsi untuk mengoreksi adanya sinar yang dipantulkan oleh kuvet dan sinar yang diserap oleh substituen lain (Yudono, 2017).

Prinsip kerja Spektrofotometer UV-Vis yaitu apabila cahaya monokromatik melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut diserap dan sebagian dipantulkan dan sebagiannya lagi dipancarkan . Aplikasi rumus tersebut dalam pengukuran kuantitatif dilaksanakan dengan cara komparatif menggunakan kurva kalibrasi dari hubungan konsentrasi deret larutan alat untuk analisa suatu unsur yang berkadar rendah baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif, pada penentuan secara kualitatif berdasarkan puncak-puncak yang dihasilkan spektrum dari suatu unsur tertentu pada panjang gelombang tertentu, sedangkan penentuan secara kuantitatif berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan dari spektrum dengan adanya senyawa pengompleks sesuai unsur yang dianalisisnya (Yalinastuti, 2016).



### Hukum Lambert-Beer

Hukum Lambert-Beer (Beer’s law) , berbunyi “Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan lainnya) yang diserap oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan’’.

Absorptivitas (a) adalah konstanta yang tidak tergantung pada konsentrasi, tebal kuvet dan intensitas radiasi yang mengenai larutan sampel tetapi absorptivitas tergantung pada suhu, struktur molekul, panjang geombang radiasi dan pelarut (Gandjar, 2007). Hukum Lambert-Beer dikenal dengan persamaan sebagai berikut:

A = (Io / It) = a.b.c

Keterangan: Io : Intensitas sinar datang

It : Intensitas sinar yang diteruskan

a : Absorptivitas

b : Panjang sel/kuvet

c : Konsentrasi (g/L)

A : Absorban

## Spektrofotometer FT-IR ( Fourier transform infrared )

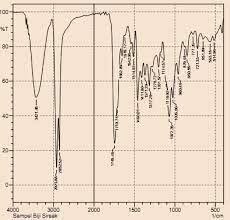
Spektroskopi inframerah adalah suatu metoda analisis yang didasarkan pada  
penyerapan sinar inframerah. Fungsi utama dari spektroskopi inframerah adalah  
untuk mengenal struktur molekul (gugus fungsional). Spektroskopi inframerah  
adalah grafik dari persentasi transmitansi dengan panjang gelombang atau  
penurunan frekuensi. Tiap lekukan yang disebut gelombang atau puncak menunjukkan adsorbsi dari radiasi inframerah oleh cuplikan pada frekuensi  
tersebut (Claudia, 2021).

Prinsip spektrofotometer FTIR adalah adanya interaksi antara energi dengan  
materi. FTIR merupakan alat untuk mendeteksi gugus fungsional,  
mengidentifikasi senyawaan dan menganalisis campuran. Banyak pita absorpsi  
yang terdapat dalam daerah yang disebut daerah sidik jari spektrum. Spektrum  
FTIR suatu sampel dapat diketahui letak pita serapan yang dikaitkan dengan  
adanya suatu gugus fungsional tertentu (Day dan Underwood, 1999).

Kegunaan paling penting dari spektroskopi inframerah adalah untuk  
identifikasi senyawa organik, karena spektrumnya sangat kompleks dan terdiri  
dari banyak puncak-puncak. Spektrum inframerah mempunyai sifat fisik dan  
karakteristik yang khas, artinya senyawa yang berbeda mempunyai spektrum yang  
berbeda dan Spektrofotometer FTIR dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan  
kuantitatif (Claudia, 2021).

Gugus fungsi pada spektrofotometer FT-IR memiliki satuan bilangan gelombang (cm-1). Rentang bilangan gelombangnya yaitu antara 400 cm-1 – 4000 cm-1 . Jenis ikatan pada daerah serapan 1300-800 cm-1 merupakan gugus fungsi C-C, C- O,C- N, 1900-1500 cm-1 merupakan gugus fungsi C=O, C=N, N=O, 2300-2000 cm-1 merupakan gugus fungsi C=C, C=N, dam 3000-2200 cm-1  merupakan gugus fungsi C-H, OH, N-H (Silverstain dan Webster, 1998).

Menurut Idrus (2013) menyatakan bahwa berdasarkan analisis  
spektrofotometer inframerah dari hasil fraksi alkaloid murni dengan jenis alkaloid  
indol didapatkan spektra yang di tampilkan pada Gambar 2.10. Gambar tersebut  
memperlihatkan bahwa senyawa yang diperoleh menunjukkan serapan pada  
bilangan gelombang 3421,48 cm-1 dengan serapan tajam dan intesitas kuat yang  
diduga serapan uluran dari gugus N-H. Dugaan ini diperkuat dengan munculnya  
serapan pada bilangan gelombang 1072,35 cm-1 yang merupakan serapan untuk  
gugus fungsi C-N tak terkonjugasi dalam amina sekunder yang mendukung  
adanya gugus N-H sekunder. Gugus C-H alifatik muncul pada daerah bilangan  
gelombang 2923,88 dan 2852,52 cm-1 dengan intensitas tajam dan kuat. Serapan  
ini juga muncul pada daerah bilangan gelombang 1460,01 cm-1 yang merupakan  
tekukan dari C-H. Pita tajam dengan intensitas kuat didaerah bilangan gelombang  
1745,46, dan 1710, 74 cm-1 menunjukkan adanya regangan gugus C=O. Pita  
serapan pada bilangan gelombang 1618,17 dan 1542 cm-1, tajam tapi lemah  
menunjukkan adanya regangan C=C. Dugaan ini diperkuat dengan adanya serapan  
pada bilangan gelombang 960,48; 879,48; 850,55; 777,26; 721, 33; dan 651,89  
cm-1 yang menunjukkan adanya tekukan C-H aromatic.



Gambar 2.10 Spektrum Inframerah

Senyawa alkaloid diduga memiliki karakteristik gugus fungsi ikatan rangkap terkonyugasi,N-H, C-H, C=C, C-N, C=O, =C-H aromatik yang strukturnya tidak beda jauh dengan karakteristik dari senyawa alkaloid indol seperti triptofan yang memiliki gugus aromatik, serta gugus C=O di luar struktur induknya.

## Bakteri

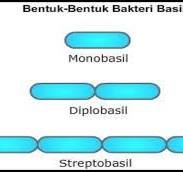
Bakteri merupakan salah satu golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti namun mampu hidup dimana saja (Jawetz et al., 2004). Bakteri yaitu organisme uniseluler yang umumnya mempunyai ukura 0,5 – 1,0m sampai 2,0-1,0 mm dan mempunyai tiga bentuk makrofag yaitu bulat, abtang dan kurva. Bakteri dapat membentuk gerombolan dan rantai (dua atau lebih sel) atau tetrad. Bakteri dapat motil atau nonmotile. Material sitoplasma diselimuti dinding sel pada permukaan dan bagian membran bawah dinding. Nutrisi dan bentuk molekul atau ion ditransportasi dari lingkungan melalui membrane dengan beberapa mekanisme spesifik, membrane juga mengandung komponen energi. Berdasarkan perlakuan pewarnaan gram, sel bakteri dibagi menjadi dua kelompok yaitu bakteri gram negative dan bakteri gram positif (Irianto K, 2014).

### Morfologi Bakteri

Berdasarkan bentuk morfologi dan strukturnya, bakteri dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Bakteri basil

Bakteri basil adalah sel-sel yang bentuknya seperti tongkat pendek, atau batang agak silindris. Bentuk hasil memiliki sebagian besar bakteri. Bentuk dapat dibedakan atas :



Gambar 2.11 Morfologi Bakteri Basil

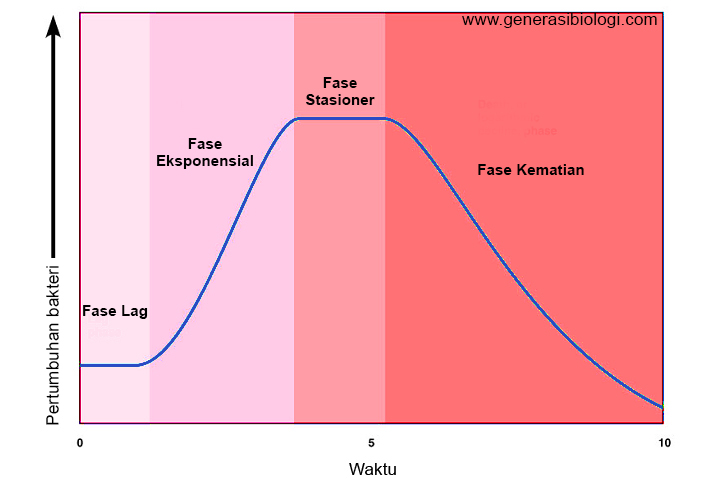
1. Bakteri kokus

Bakteri kokus adalah sel-sel bakteri yang membentuk seperti bola-bola kecil golongan ini tidak sebanyak golongan basil. Sel bakteri kokus tunggal disebut monokokus, yang bergandengan dua-dua disebut diplokokus, yang 19 mengkelompok satu untaian stafilokokus yang bergandengan panjang seperti tali leher disebut streptokokus yang mengelompok banyak serupa kubus disebut sarsina dan yang mengkelompok berempat disebut tetrakokus (Rini dkk, 2020).

1. Bakteri spiral

Bakteri spiral adalah bakteri yang bengkok serupa spiral. Golongan ini merupakan golongan yang paling kecil jika dibanding dengan golongan kokus maupun golongan basil (Rini dkk, 2020).

### Fase Pertumbuhan Bakteri

Fase pertumbuhan bakteri merupakan fase pembelahan sel bakteri yang melalui fase yaitu : Fase lag, Fase Logaritma/Exponensial, Fase Stasioner dan Fase Kematian.

Gambar 2.12 Fase Pertumbuhan Bakteri

1. Fase Lag (Fase Penyesuaian)

Dinamakan juga fase adaptasi. Pada fase ini perubahan bentuk dan pertumbuhan jumlah individu belum terlihat jelas. Mikroba beradaptasi untuk menyesuaikan diri dengan substrat dan kondisi lingkungan sekitar. Waktu yang dibutuhkan untuk beradaptasi sekitar 5 menit hingga berjam-jam (Rini dkk, 2020).

1. Fase Logaritma/Exponensial

Pada fase ini mulai terjadi perubahan bentuk, pembelahan sel dengan cepat dan peningkatan jumlah sel secara maksimal. Peningkatan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, kandungan sumber nutrien sebagai bahan makan untuk mikroba. Apabila tidak ada kandungan nutrien yang cukup maka mikroba tidak dapat berkembang biak, suhu dan kelembapan udara, kadar oksigen, cahaya asosiasi kehidupan diantara mikroba. Fase ini membutuhkan energi yang lebih banyak dibandingkan dengan fase lainnya (Rini dkk, 2020).

1. Fase stasioner

Fase stasioner merupakan fase keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian sel. Pada fase ini sumber nutrien mulai berkurang. Mikroba tidak bisa melakukan aktivitas pertumbuhan karena nutrien untuk mikriba mulai habis sehingga akan terbentuk produk-produk beracun yang dapat mengakibatkan pertumbuhan sel melambat sehingga jumlah sel hidup seimbang dengan jumlah sel yang mati (Rini dkk, 2020).

1. Fase kematian

Pada fase ini nutrien sudah habis, energi cadangan didalam sel habis, proses metabolisme berhenti, laju kematian meningkat dan ada kemungkinan sel-sel dihancurkan oleh pengaruh enzim yang berasal dari sel itu sendiri (autolisis) sehingga mikroba tidak mampu lagi bertahan hidup dan mengalami kematian (Rini dkk, 2020).

### Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Segala perubahan lingkungan dapat mempengaruhi morfologi dan fisiologi mikroba. Faktor-faktor lingkungan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yaitu :

1. Suhu/Termperatur

Suhu merupakan salah satu faktor paling penting didalam mempengaruhi dari pertumbuhan mikroorganisme. Setiap bakteri memiliki temperatur optimal dimana mereka dapat tumbuh sangan cepat dan memiliki rentang temperatur dimana mereka dapat tumbuh.

1. PH

Ph medium biakan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan, untuk pertumbuhan bakteri juga terdaoat rentang pH dan pH optimal. Pada bakteri patogen pH optimalnya 7,2-7,6. Meskipun medium pada awalnya dikondisikan dengan pH yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tetapi secara bertahap besarnya pertumbuhan mikroorganisme tersebut.

1. Kelembapan

Mikroorganisme mempunyai nilai kelembapan optimum. Mikroba dapat tumbuh pada media yang basah dan udara lembab.

1. Tekanan osmosis

Tekanan osmosis sangat mempengaruhi bakteri. Jika tekanan osmosis lingkungan lebih besar (hipertonis) sel akan mengalami plasmolisis (keluarnya cairan dari sel bakteri melalui membran sitoplasma). Jika tekanan osmosis lingkungan hipotonis akan menyebabkan sel membengkak serta mengakibatkan rusaknya sel.

## Bakteri Staphylococcus aureus

Berdasarkan (Soedarto, 2015) klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus*sebagai berikut :

Kingdom : Eubacteria

Filum : Firmicutes

Classis : Bacilli

Ordo : Bacillales

Famili : *Staphylococsceae*

Genus : *Staphylococcus*

Species : *Staphylococcus aureus* Rosenbach



Gambar 2.13 Bakteri *Staphylococcus aureus*

Bakteri Staphylococcus aureus merupakan bakteri patogen yang dengan ciri berupa Gram positif, bulat dengan diameter 0,5-1µm dan bergerombol. Bakteri ini tidak dapat bergerak/non motil. Uji biokimia terhadap bakteri ini memberikan hasil positif pada uji katalase, Voges-Proskauer, serta dapat memfermentasi glukosa dan manitol. Karateristik patogenitas dari S. aureus adalah menghasilkan koagulase positifif dan memproduksi Nuklease Thermostabil yang positif. Infkesi dari bakteri ini dapat menyebabkan berbagai infeksi kulit ringan, keracunan makanan dan lain sebagainya (Mastuti, 2022)

Gejala yang biasanya ditimbulkan karena infeksi bakteri ini terkadang  
timbul mendadak dan membahayakan (violent onset), seperti mual berat, kram,muntah, dan terkadang disertai diare. Durasinya sekitar 2 hari, sumbernya manusia (kulit, hidung, tenggorokan); sekitar 25-40% manusia sehat di diami oleh bakteri ini serta untuk waktu inkubasinya selama 2-6 jam (Arisman, 2009).

Bakteri Staphylococcus aureusus mudah tumbuh pada berbagai pembenihan dan mempunyai metabolisme aktif, meragikan karbohidrat, serta menghasilkan pigmen yang bervariasi dari putih sampai kuning tua. Bakteri ini dapat tumbuh dengan baik pada suhu 37°C, tapi membentuk pigmen yang paling baik pada suhu kamar (20°C). Koloni pada pembenihan padat berbentuk bulat, halus, menonjol dan berkilau-kilauan, membentuk berbagai pigmen. Staphylococcus aureus berwarna kuning emas. Staphylococcus aureus relative resisten terhadap pengeringan panas (bakteri ini tahan terhadap suhu 50°C selama 30 menit), dan terhadap natriun klorida 9% tetapi dengan mudah dihambat oleh zat-zat kimia tertentu seperti heksaklorfen 3% (Desi, 2023).

Staphylococcus aureus dapat tumbuh pada kisaran pH 4,0-9,8 dengan pH optimum sekitar 7,0-7,5. Pertumbuhan pada pH 9,8 hanya mungkin bila hanya substratnya mempunyai komposisi yang baik untuk pertumbuhannya. Bakteri ini membutuhkan asam nikotinat untuk tumbuh dan akan distimulir pertumbuhannya dengan adanya tiamin. Untuk pertumbuhan optimum diperlukan 11 asam amino. Baktrei ini tidak dapat tumbuh pada media sintetik yang tidak mengandung asam amino atau protein (Supardi, 1999). S.aureus merupakan flora normal pada kulit sehat dan dapat menjadi patogen atau infeksi serius ketika sistem imun melemah yang dikarenakan oleh perubahan hormon, penyakit, jaringan kulit yang terbuka atau luka, penggunaan steroid atau obat yang mempengaruhi imunitas. Bakteri S.aureus dapat ditularkan antarmanusia melalui kontak langsung dengan kulit yang terinfeksi maupun transmisi melalui udara (Syahrurachman et al., 2010; Pangaribuan, 2017).

Gejala yang biasanya ditimbulkan karena infeksi bakteri ini terkadang timbul mendadak dan membahayakan (violent onset), seperti mual berat, kram, muntah, dan terkadang disertai diare. Durasinya sekitar 2 hari, sumbernya manusia (kulit, hidung, tenggorokan) sekitar 25-40% manusia sehat di diami oleh bakteri ini serta untuk waktu inkubasinya selama 2-6 jam (Arisman, 2009).

## Bakteri Escherichia coli

Berdasarkan (Supiana, 2022) klasifikasi bakteri *Escherichia coli*adalah sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

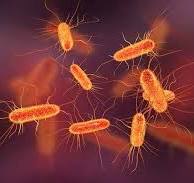
Class : Gammaproteobacteria

Ordo : Eubacteriales

Famili : Enterobacteriaceae

Genus : Escheri

Species : *Escherichia coli*



Gambar 2.14 Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri Escherichia coli adalah salah satu bakteri penginfeksi pada manusia. bakteri ini ketika dilakukan pewarnaan Gram maka akan berwarna merah. Bakteri ini ketika dilakukan uji indol dan metilen red akan menghasilkan hasil positif, dan hasil negatif ditunjukkan ketika pengujian Voges proskauer dan sitrat E. Coli ketika ditumbuhkan pada media Glukosa, Laktosa dan Sakarosa dapat memfermentasi gula-gula tersebut. Infeksi E. coli pada manusia dapat menyebabkan diare ( Mastuti, 2022).

Bakteri Escherichia coli merupakan bakteri penyebab penyakit diare akut yang dapat dialami oleh semua usia. Pada keadaan normal Escherichia coli dapat tumbuh pada saluran pencernaan, namun dapat bersifat patogen serta mampu menyerang hewan dan manusia pada keadaan tertentu seperti gangguan pencernaan serta imunosupresi pada host (Goetie et al, 2022).

Salah satu penyebab penyakit pada bakteri E. coli adalah keberadaannya di dalam air mengidentifikasikan bahwa air tersebut terkontaminasi oleh feses, yang kemungkinan juga mengandung mikroorganisme enterik patogen lainnya (M. Radji, dkk., 2010). E. coli menjadi patogen apabila jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaran meningkat atau berada di luar usus. E. coli menghasilkan beberapa kasus diare, infeksi saluran kencing, meningitis dan sepsies (Kusuma, 2010). Mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi E. coli dapat menyebabkan penyakit diare yang parah pada bayi terutama yang disebabkan oleh E. coli enteropatogenik (Arisman, 2009).

Menurut Nisa (2019) Escherichia coli dihubungkan dengan tipe penyakit usus (diare) pada manusia. Gejala timbul 18 - 48 jam setelah memakan makananan yang tercemar, berupa nyeri dan diare, terkadang disertai oleh demam serta muntah. Beberapa faktor berperan dalam pencegahan infeksi Escherichia coli, seperti keasaman lambung, keutuhan floral dan matilitas usus. Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang penting dalam ekosistem pangan. Suatu pengetahuan dan pengertian tentang faktor yang mempengaruhi kemampuan tersebut sangat penting untuk mengendalikan hubungan antara mikroorganisme, makanan, dam manusia.

## Uji Aktivitas Antibakteri

Antibakteri adalah zat yang dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh bakteri dengan mengganggu metabolisme mikroba berbahaya. Agen antibakteri adalah zat atau senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh bakteri, terutama bakteri yang berbahaya bagi manusia. Dari definisi tersebut kemudian dikembangkan senyawa yang dalam konsentrasi tertentu mampu menghambat proses kehidupan mikroorganisme bahkan membunuhnya (Jawet dkk, 2001).

Dari beberapa metode, metode ini yang paling sering digunakan, menurut (Sylvia., 2010) :

1. Cara cakram

Cara cakram (disk) Cara ini yang paling sering dilakukan untuk menentukan kepekaan mikroorganisme terhadap berbagai macam zat antibakteri. Pada cara ini, digunakan suatu cakram kertas saring (paper disk) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antibakteri. Paper disk tersebut kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasikan mikroorganisme uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroorganisme uji. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk di sekeliling paper disk yang menunjukkan zona hambat atau zona bening pada pertumbuhan mikroorganisme.

1. Cara silinder

Cara silinder dilakukan dengan meletakkan beberapa silinder di atas media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri dan diisi dengan larutan yang akan diuji dan diinkubasi. Setelah diinkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekililing silinder.

1. Cara sumur

Lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroorganisme uji dibuat suatu lubang yang selanjutnya diisi dengan zat antimikroba uji. Kemudian setiap lubang itu diisi dengan zat uji. Setelah itu, media diinkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai dengan mikroorganisme uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada atau tidaknya zona hambat yang akan terbentuk di sekitar lubang.