

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Morfologi Tumbuhan Serai (*Cymbopogon citratus*)

Famili Poaceae mencakup serai. Tepi daunnya yang lurus dan berwarna hijau kebiruan merupakan ciri khasnya, dan panjang setiap helai daun biasanya antara 18 dan 36 inci. Serai memiliki urat daun yang sejajar, seperti beberapa jenis rumput lainnya. Tumbuh optimal di ketinggian 100 hingga 400 meter di atas permukaan laut, serai adalah salah satu dari lima tumbuhan tropis utama. Bentuknya mirip dengan rumput alang-alang dan memiliki aroma yang menyenangkan. Di bagian bawah, serai ditandai dengan akar berserat dan tunas kecil. Serai memiliki umbi di dalam kulitnya yang berwarna putih keunguan, dan tunas yang muncul dari umbi tersebut berwarna putih kekuningan. Daun serai yang tinggi, kasar, dan abrasif mirip dengan daun rumput alang-alang. Lebar daun sekitar 2 cm, dan panjangnya 50–100 cm. Daunnya halus dan terasa seperti beludru baik di bagian luar maupun dalam (Pipit Mulya, 2020). Batang serai yang halus, berongga, dan bergerombol memiliki aroma yang kuat dan menggoda. Lapisan umbi berwarna putih kekuningan yang tidak merata di ujung batang serai memberikan tampilan kemerahan atau putih keunguan (Irfan Fadhlurrohman, Ridho Maulaeni dan Asmaradika Cahya Tirta, 2023).

1. Klasifikasi Tumbuhan Serai

Klasifikasi tumbuhan (Claudia, 2023)

Klasifikasi untuk tumbuhan serai dapur (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf pada taksonomi tumbuhan akan dipaparkan, yakni:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan Berbunga)
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (Berkeping Satu / Monokotil)
Ordo	: <i>Poales</i>
Famili	: <i>Poaceae</i> (Suku Rumput-Rumputan)
Genus	: <i>Cymbopogon</i>
Spesies	: <i>Cymbopogon citratus</i>



Gambar 1 Serai (*Cymbopogon citratus*)

Sumber: <https://share.google/zZpZ1ArqwLp5FrQFu>

2. Manfaat Serai

Pipit Mulya (2020) menyatakan bahwa serai dapur memiliki beberapa manfaat, diantaranya yaitu:

a. Pengobatan

Serai dapur bisa dijadikan bahan obat, baik dalam bentuk bubuk maupun padatan. Umumnya, bubuk serai lebih sering dipakai karena kandungan airnya lebih rendah. Serai dapur kemudian diolah sebagai obat herbal. Bubuk tersebut dihasilkan melalui proses pengeringan.

b. Minyak Atsiri

Serai dapur, atau disebut juga serai dapur, adalah salah satu jenis tumbuhan yang dapat diolah menjadi minyak atsiri. Dibandingkan minyak serai wangi, kualitas minyak serai dapur tergolong lebih rendah. Meski demikian, harganya jauh lebih murah, sehingga produk ini lebih banyak beredar di pasaran. Di dunia, minyak serai dapur yang diperdagangkan memiliki dua jenis. Pertama, minyak serai dapur Hindia Barat yang dibuat dari spesies *Cymbopogon flexuosus*. Kedua, minyak serai dapur Hindia Barat yang dibuat dari spesies *Cymbopogon citratus*. Pembuatan minyak atsiri dari serai dapur dilakukan melalui metode distilasi uap air pada batang dan daunnya. Hingga saat ini, produsen utama minyak atsiri dari serai dapur di dunia berasal dari India dan Guatemala. Pada tahun 1993, produksinya mencapai 500 ton per tahun.

c. Bahan Makanan dan Minuman

Serai dapur adalah bumbu dapur, rempah-rempah, sekaligus herbal yang paling sering dipakai di Asia. Di dalam kuliner tradisional Indonesia, serai dapur termasuk salah satu bumbu masak yang paling penting. Serai dapur dapat menjadi bahan utama maupun sekadar pelengkap dalam berbagai masakan Indonesia. Mulai dari nasi uduk, gulai, hingga sambal—itulah beberapa jenis makanan Indonesia yang membutuhkan serai dapur. Keberadaan serai dapur sebagai bumbu juga semakin dipilih karena aromanya yang mampu membangkitkan selera makan.

3. Kandungan Serai

Serai mengandung 0,4% minyak atsiri, yang tersusun atas sitral, sitronelol (66-85%), α pinen, kamfen, sabinen, mirsen, β -felandren, p-simen, limonen, cis-osimen, terpinol, sitronelal, borneol, terpinen-4-ol, α -terpineol, geraniol, farnesol, metil heptenon, n desialdehida, dipenten, metil heptenon, bornilasetat, geranilformat, terpinil asetat, sitronelil asetat, geranil asetat, β -elemen, β -kariofilen, β -bergamoten, trans-metilisoeugenol, β kadinen, elemol, serta kariofilen oksida. Pada dasarnya, minyak atsiri serai didominasi oleh tiga komponen utama: sitronelal sebesar 36,11% dengan waktu retensi 18,803 menit, geraniol sebesar 20,07% dengan waktu retensi 22,072 menit, dan sitronelol sebesar 10,82% dengan waktu retensi 21,286 menit. Kandungan senyawa bioaktif pada serai mencakup saponin, flavonoid, polifenol, alkaloid, dan minyak atsiri. Sebagai tumbuhan obat, serai banyak dimanfaatkan sebagai antioksidan, anti-diabetes, anti-malaria, anti-hepatotoksik, anti-obesitas, anti-hipertensi, dan aromanya mampu membantu mengatasi kecemasan (Irfan Fadhlurrohman, Ridho Maulaeni and Asmaradika Cahya Tirta, 2023).

B. Simplisia

1. Pengertian Simplisia

Simplisia merupakan bahan alam yang dikeringkan dan dipakai dalam pengobatan tanpa melalui pengolahan apa pun. Pengeringan tersebut dapat dilakukan dengan menjemurkannya di bawah sinar matahari, membiarkannya diangin-anginkan, atau mengolahnya menggunakan oven. Kecuali ada ketentuan

lain, suhu oven untuk pengeringan tidak boleh melebihi 60° (Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, 2017). Simplisia dapat dibagi atas III golongan yakni:

a. Simplisia Nabati

Bisa menjadi tumbuhan utuh, bagian tumbuhan, eksudat tumbuhan, atau kombinasi dari semua itu. Eksudat tumbuhan sendiri adalah bahan yang keluar adalah tumbuhan yang dapat menyembuhkan dan mencegah penyakit.

b. Simplisia Hewani

Hewan utuh, atau zat bermanfaat yang dihasilkannya, masih berada dalam bentuk bahan kimia campuran.

c. Simplisia Pelikan atau Mineral

Bahan ini berupa mineral atau pelikan belum tersentuh proses pengolahan, atau hanya melewati pengolahan yang masih tergolong sederhana sehingga wujudnya masih berupa campuran bahan kimia.

2. Pembuatan Simplisia

a. Pengadaan bahan baku

Agar simplisia yang dibuat memiliki kualitas terbaik, bahan baku yang dikumpulkan sebaiknya berasal dari tempat yang seragam, dengan memperhatikan agar kondisi tanah, air, dan udara juga sama.

b. Sortasi Basah

Saat menjalani proses penyortiran basah, bahan baku tumbuhan yang akan diolah menjadi simplisia segera disortir setelah panen. Tujuannya untuk menyisahkan kotoran atau bahan asing yang bernuansa organik, seperti tanah, pasir, dan batu, yang dapat menghambat langkah-langkah berikutnya.

c. Pencucian

Pencucian dilakukan dengan memanfaatkan air yang mengalir. Tujuannya adalah memastikan bahwa sisa-sisa material asing yang bersifat organik, setelah proses pemisahan basah, dapat disingkirkan dengan lebih efektif.

d. Perajangan

Perajangan diterapkan pada berbagai bagian tumbuhan—kulit, kayu, biji, buah, daun, hingga akar. Tujuannya ialah memperluas area permukaan

tumbuhan agar pengeringan dapat berjalan secara lebih merata dan berlangsung lebih cepat.

e. Pengeringan

Pengeringan bisa dilakukan lewat tiga cara, yang dipilih sesuai karakteristik kimia tumbuhan. Saat ini, metode modern umumnya memakai oven dengan kisaran suhu 40 hingga 50°C. Sementara itu, cara tradisional menghadirkan pemanasan dengan memanfaatkan sinar matahari langsung atau menempuh proses penganginan.

f. Sortasi Kering

Sortasi kering dijalankan dengan arah yang selaras dengan sortasi basah: memisahkan bahan organik asing, seperti bagian-bagian tumbuhan yang sedang mengalami pembusukan.

C. Ekstrak

Dalam Farmakope Indonesia Edisi IV, ekstrak dijelaskan sebagai sediaan kental yang dibuat dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai. Setelah proses ekstraksi, semua atau hampir semua pelarut diuapkan, lalu massa atau serbuk yang tersisa diolah sedemikian rupa sampai sesuai dengan baku yang telah ditetapkan. Sementara itu, ekstrak kering adalah sediaan yang berasal dari tumbuhan atau hewan, diperoleh melalui pemekatan dan pengeringan ekstra cair hingga mencapai konsentrasi yang diinginkan dengan mengikuti cara-cara yang memenuhi syarat. Pengaturan umumnya dilakukan berdasarkan kandungan bahan aktif, dengan menambahkan bahan tambahan inert. Pengeringan adalah proses menghilangkan pelarut dari bahan agar diperoleh serbuk serta massa kering yang rapuh, yang tingkat kerapuhannya dapat berbeda-beda tergantung pada proses dan peralatan yang digunakan.

1. Ekstraksi

Ekstraksi adalah teknik memisahkan bahan dari campurannya dengan bantuan pelarut yang tepat. Proses ini berhenti ketika tercapai keseimbangan antara konsentrasi senyawa di dalam pelarut dan konsentrasi senyawa tersebut dalam sel tumbuhan. Setelah ekstraksi selesai, pelarut dipisahkan dari sampel

melalui penyaringan. Karena ekstrak awal sering kali sulit diurai menggunakan satu teknik pemisahan saja untuk memperoleh senyawa tunggal, maka ekstrak awal perlu dipecah menjadi fraksi-fraksi yang memiliki polaritas serta ukuran molekul yang sama. (Mukhriani, 2016).

2. Metode Ekstraksi

Menurut (Wahyuningsih *et al.*, 2024), metode ekstraksi dibagi menjadi beberapa bagian, yakni:

a. Ekstraksi Dingin

Metode ekstraksi cara dingin dilakukan tanpa pemanasan selama proses berlangsung, agar senyawa yang diinginkan tidak mengalami kerusakan. Berikut beberapa contoh metode ekstraksi cara dingin:

1) Maserasi

Maserasi adalah metode sederhana yang paling sering dipakai karena dapat diterapkan baik pada skala kecil maupun pada skala industri. Pada tahap awal, serbuk tumbuhan dan pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam wadah inert yang ditutup rapat pada suhu kamar. Setelah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa di dalam pelarut dan konsentrasi senyawa di dalam sel tumbuhan, proses ekstraksi dihentikan. Setelah ekstraksi selesai, pelarut dipisahkan dari sampel melalui penyaringan. Meski demikian, metode ini memiliki beberapa kelemahan: membutuhkan waktu yang lama, memerlukan volume pelarut yang cukup banyak, berpotensi membuat beberapa senyawa hilang, serta memungkinkan sebagian senyawa sulit diekstrak pada suhu kamar. Di sisi lain, maserasi juga mampu mencegah kerusakan senyawa yang bersifat termolabil selama proses ekstraksi.

2) Perkolasi

Perkolasi adalah metode ekstraksi yang berlangsung di dalam ruangan dengan menggunakan pelarut yang selalu diperbarui. Dalam teknik ekstraksi perkolasi, prosesnya dilakukan dengan melewati pelarut melalui serbuk simplisia, sehingga ekstraksi simplisia terjadi secara bertahap. Pelarut dialirkan dari bagian atas sepanjang perjalanannya, dan selama proses tersebut pelarut akan melarutkan berbagai kandungan

aktif yang terdapat di dalam simplisia. Karena menggunakan pelarut yang baru, zat-zat aktif dari sel bahan simplisia dapat dilarutkan secara optimal dalam kondisi jenuh. Meskipun demikian, metode ekstraksi ini dinilai kurang efektif, sehingga perlu diperhatikan tingkat kelarutan senyawa aktif utama agar kesesuaiannya dengan pelarut yang digunakan tetap terjaga (Allium, Ayu and Saputri, 2022).

b. Ekstraksi Panas

Metode ekstraksi cara panas dilakukan dengan memanaskan sampel selama proses ekstraksi berlangsung. Dengan adanya pemanasan, laju ekstraksi menjadi lebih cepat dibandingkan dengan metode dingin. Berikut ini beberapa contoh metode ekstraksi cara panas:

1) Soxhletasi

Metode ini dimulai dengan menaruh sampel di dalam kertas saring, kemudian meletakkannya di atas labu dan tepat di bawah kondensor. Setelah itu, pilih pelarut yang sesuai, masukkan pelarut ke dalam labu, lalu atur suhu penangas agar tetap berada di bawah suhu reflux. Metode soxhlet ini menawarkan sejumlah keuntungan: proses ekstraksi berlangsung secara kontinyu, tidak memerlukan banyak pelarut, dan tidak memakan waktu lama. Namun, metode tersebut juga memiliki kelemahan, yakni senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang dihasilkan terus-menerus berada pada titik didih.

2) Destilasi Uap

Prosedur destilasi uap mirip dan umumnya dipakai untuk mengekstrak minyak esensial, yang merupakan kombinasi berbagai senyawa yang bisa menguap. Pada proses destilasi uap, rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, mulai dari perlakuan awal bahan baku, kondisi operasi seperti suhu dan tekanan, kerapatan unggun bahan, durasi destilasi, hingga proses pemisahan dan penyimpanan (Dewi *et al.*, 2023).

c. Ekstraksi Ultrasonik

Rifkia dan Revina (2023) menyebutkan bahwa metode ekstraksi ultrasonik adalah cara yang mampu mempercepat proses ekstraksi dengan

memanfaatkan gelombang ultrasonik. Gelombang ini dapat merusak dinding sel dan memungkinkan isi sel terbawa ke dalam media ekstraksi. Pada praktiknya, metode ultrasonik bekerja melalui pembangkitan ultrason secara lokal yang berasal dari kavitasi mikro di sekitar bahan yang diekstraksi, sehingga terjadi pemecahan pada bahan dan pada akhirnya melepaskan senyawa hasil ekstrak. Metode ini menghasilkan efek ganda, yakni mengganggu atau mengacaukan dinding sel untuk membebaskan kandungan senyawa di dalamnya, serta memicu pemanasan lokal pada cairan yang kemudian meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik menyebar ke seluruh bagian cairan, lalu diikuti terbentuknya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan, yang selanjutnya memperkuat transfer massa antara permukaan padat-cair.

Kelebihan Ultrasonik

Secara keseluruhan, metode ultrasonik yang dibantu ekstraksi (UAE) terbukti sangat ampuh untuk meningkatkan efisiensi proses ekstraksi. Dengan bantuan ultrasonik, perpindahan massa berlangsung lebih efektif dan fragmentasi menjadi lebih intens selama ekstraksi, sehingga dapat menghasilkan partikel yang lebih halus sekaligus mengekstraksi lebih banyak bahan target. Meski demikian, metode ultrasonik yang dibantu ekstraksi (UAE) tetap menuntut perhatian khusus, terutama melalui kontrol kavitasi dan optimalisasi parameter, agar degradasi senyawa target tidak terjadi (Irahmah *et al.*, 2024).

Dalam penelitian (Lourenço-Lopes *et al.*, 2023) disebutkan bahwa jenis atau matriks yang kompleks menuntut energi yang lebih tinggi, sehingga perlu dilakukan penyesuaian terhadap daya dan parameter lainnya agar diperoleh hasil yang paling optimal. Temuan ini mengisyaratkan bahwa saat menggunakan sampel untuk diekstraksi dengan ultrasonic-assisted extraction (UAE), diperlukan pengaturan parameter tertentu yang efisien dan selaras dengan karakteristik sampel yang akan dipakai. Metode UAE juga dinilai sangat relevan untuk industri pangan, kosmetik, dan farmasi karena mampu memenuhi tingkat efisiensi yang dibutuhkan, memiliki biaya yang lebih rendah, serta mendukung terbentuknya komponen-komponen

senyawa aktif sekaligus memberikan rendemen yang lebih baik dibandingkan metode konvensional.

Kekurangan Ultrasonik

Dalam mengendalikan proses ekstraksi menggunakan metode ultrasonic-assisted extraction (UAE), tantangannya terletak pada penataan parameter ekstraksi terutama optimalisasi suhu dan waktu karena beberapa senyawa bersifat labil terhadap panas. Oleh sebab itu, diperlukan pengaturan yang tepat agar hasil ekstraksi dapat mencapai kondisi yang optimal (Irahmah *et al.*, 2024).

D. Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme berukuran mikroskopis yang tersusun dari satu sel dan termasuk ke dalam kelompok prokariota. Pada bakteri, inti sel tidak dibungkus oleh membran, dan materi genetik berupa DNA terdapat di sitoplasma. Makhluk hidup di hampir seluruh penjuru bumi juga dapat menjadi tempat bakteri berada—sebagai flora normal, bahkan sebagai penyebab infeksi (Yeti, 2017). Secara garis besar, sel bakteri memiliki tiga bentuk utama, yaitu:

1. Sel-sel bakteri yang memiliki bentuk bulat disebut kokus. Jika dilihat dari pola pengelompokan selnya, kokus dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berikut:
 - a. Dilokokus adalah pengaturan sel bakteri berbentuk kokus yang terbentuk secara berpasangan.
 - b. Streptokokus adalah susunan sel bakteri berbentuk kokus yang membentuk rantai dengan panjang yang dapat bervariasi.
 - c. Tertrad adalah sebuah pengaturan sel bakteri kokus yang tersusun dari empat sel dan membentuk pola persegi.
 - d. Stafilokokus adalah kumpulan sel bakteri berbentuk kokus yang tersusun secara tidak teratur, membentuk gambaran seperti tumpukan buah anggur.
 - e. Sarcina adalah kelompok sel bakteri kokus yang membentuk struktur berbentuk kubus, dengan minimal delapan sel atau bahkan lebih.
2. Bakteri berwujud batang yang bentuknya mirip silinder (Bacillus). Basil tersebut dapat membentuk sebagian pengelompokan sel, yaitu:

- a. *Diplobasil*, merupakan pengaturan sel bakteri yang membentuk dua atau berpasangan
 - b. *Streptobasil*, yakni pengaturan sel bakteri yang menyusun sebuah rantai.
 - c. Basil tunggal adalah bakteri yang hanya memiliki satu unit saja.
3. Bakteri berwujud spiral—spirillum untuk bentuk tunggal dan spirilla untuk bentuk jamak—memiliki cara hidup yang unik. Mereka tidak membentuk kelompok dan tidak melekatkan dinding selnya pada dinding sel bakteri lain. Pada dasarnya, bakteri spiral selalu ditemukan dalam keadaan terpisah, yakni sebagai individu. Setiap jenisnya dapat dikenali dari perbedaan panjang sel serta kekuatan dinding sel. Ditinjau dari komponen pembentuk dinding selnya, bakteri kemudian dikelompokkan menjadi dua kategori: gram positif dan gram negatif (Rini and Rochmah, 2020).

a. Bakteri Gram Positif

Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang kaya peptidoglikan, sehingga dinding sel menjadi kuat, dengan tambahan lapisan asam teikoat yang berada di luar peptidoglikan. Karena susunan ini, bakteri gram positif cenderung lebih mudah terpengaruh oleh antibiotik seperti penisilin yang menarget dan merusak peptidoglikan. Contoh bakteri gram positif meliputi *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Bacillus*, *Clostridium*, dan *Mycobacterium*.

b. Bakteri Gram Negatif

Bakteri gram negatif memiliki peptidoglikan dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan bakteri gram positif. Pada lapisan peptidoglikan bagian luarnya, tersusun membran luar yang terdiri atas lipoprotein, fosfolipid, serta lipopolisakarida. Membran luar ini menghadirkan perlindungan ekstra, sehingga bakteri gram negatif menjadi lebih tahan terhadap reaksi antibiotik. Beberapa contoh bakteri gram negatif adalah *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Neisseria*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, dan *Treponema*.

Tabel 1 Kriteria Kekuatan Antibakteri

No	Diameter Zona Hambat	Kekuatan Antibakteri
1.	≥ 20 mm	Sangat kuat
2.	10-20 mm	Kuat
3.	5-10 mm	Sedang
4.	≤ 5 mm	Lemah

1. *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans merupakan bakteri gram positif yang bersifat non motil serta termasuk bakteri anaerob fakultatif. Mikroorganisme ini tumbuh paling optimal pada kisaran suhu 18–40°C dan pada pH 5,2–7 yang selaras dengan pH plak. *Streptococcus mutans* berbentuk coccus gram positif, tersusun seperti rantai dengan diameter 0,5–0,7 mikron; ia bersifat non motil, aerob, dan tidak membentuk spora (Sholekhah NK, 2020). Bakteri *Streptococcus mutans* melepaskan toksin yang membuat sel-sel pejamu mengalami kerusakan di dalam rongga mulut. Sifatnya kariogenik, sehingga ia mampu bertahan pada lingkungan dengan tingkat keasaman yang sangat tinggi. Selain itu, *Streptococcus mutans* mampu mencerna sukrosa serta mensintesis glukukan melalui enzim glukosiltrasferase ekstraseluler. Dengan memproduksi asam laktat, bakteri ini mendorong terjadinya demineralisasi pada permukaan gigi—sebuah proses yang memicu timbulnya karies (Panus and Annita, 2018).

Klasifikasi *Streptococcus mutans*

Klasifikasi *Streptococcus mutans* dapat dilihat seperti berikut ini:

Kingdom : Bacteria

Divisi : Firmicutes

Class : Bacilli

Ordo : Lactobacillales

Famili : Streptococaceae

Genus : Streptococcus

Spesies : *Streptococcus mutans*



Gambar 2 *Streptococcus mutans*

Sumber: <https://share.google/mYuJ4B8GkiiOazlc4>

a. Morfologi *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah kokus gram positif, anaerobik fakultatif, yang biasanya hadir dalam rantai pewarnaan gram di dalam mulut namun tidak bersifat patogen. Namun, bakteri ini dapat berubah menjadi patogen dan menimbulkan penyakit bila berada pada kondisi dasar tertentu. *Streptococcus mutans* dapat melekat pada lapisan jaringan serta bersaing melawan mikroflora normal yang terdapat pada permukaan jaringan. Selanjutnya, bakteri planktonik menempel pada permukaan gigi dan membentuk biofilm; proses ini berlangsung melalui adhesi permukaan bakteri, diikuti pematangan biofilm, perkembangbiakan, serta produksi senyawa gula yang kompleks. *Streptococcus mutans* berukuran bulat dengan diameter $2\mu\text{m}$ dan termasuk bakteri gram positif. Koloninya tampak berpasangan atau berantai, tidak bergerak, dan tidak berspora. Pada medium yang mengandung darah, *Streptococcus mutans* dapat menghemolisis darah; tingkat hemolisisnya bervariasi, bisa α (hijau), β (jernih), maupun γ (tidak berubah). (Yeti, 2017).

2. Faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri

Sejumlah faktor dari luar yang memengaruhi perkembangan bakteri mencakup tingkat pH, temperatur, serta besarnya tekanan osmosis:

a. Suhu temperatur

Bakteri memiliki suhu optimal untuk pertumbuhannya sekaligus rentang suhu yang memungkinkan kehidupan mereka berlangsung. Karena itu,

bakteri dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan suhu pertumbuhan masing-masing.

- 1) Psikrofilik, tumbuh pada temperatur rendah (-5°C hingga 30°C)
- 2) Mesofilik, tumbuh pada temperatur sedang (10°C hingga 45°C)
- 3) Termofilik, tumbuh pada temperatur panas (25°C hingga 80°C)

b. pH

pH adalah penanda seberapa asam suasana tempat bakteri hidup. Setiap bakteri pun punya kisaran pH yang pas—yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembang.

- 1) Asidofil, tumbuh pada pH rendah (sekitar 2,5).
- 2) Neutrofil, tumbuh pada pH netral (5,5-8).
- 3) Alkalofil, tumbuh pada pH tinggi (8,4-9,5).

c. Kelembaban

Agar dapat tumbuh, mikroorganisme memerlukan kelembaban yang memadai, yakni kadar air bebas sekitar 0,90 hingga 0,999.

d. Ketersediaan Oksigen

Mikroba dikelompokkan menurut kebutuhan oksigennya dengan cara berikut:

- 1) Aerobik, hanya mampu berkembang jika ada oksigen yang bebas,
- 2) Anaerob, hanya mampu hidup dalam kondisi tanpa oksigen bebas.
- 3) Anaerob fakultatif, dapat bertahan hidup baik dalam keadaan dengan atau tanpa oksigen.
- 4) Mikroaerofilik, bisa hidup dalam jumlah oksigen yang rendah.

e. Tekanan osmosis

Tekanan osmosis muncul karena adanya selisih konsentrasi zat terlarut antara bagian dalam dan bagian luar sel. Bayangkan sel sebagai ruang hidup yang harus menjaga keseimbangan: ketika tekanan osmosis di lingkungan terlalu tinggi, kondisi hipertonis, sel akan kehilangan air. Namun, bila tekanan osmosis terlalu rendah, kondisi hipotonis, sel akan menyerap terlalu banyak air, membengkak, dan dapat mengalami kerusakan.

- 1) Mikroba osmofil, hidup dalam konsentrasi gula yang tinggi.
- 2) Mikroba halofil, hidup dalam konsentrasi garam yang tinggi.

- 3) Mikroba halodurik, mampu bertahan hidup di konsentrasi garam yang tinggi tetapi tidak tumbuh.

f. Nutrisi

Nutrisi merupakan bahan penting yang dibutuhkan bakteri untuk memperoleh energi sekaligus menunjang pertumbuhan. Agar dapat bertahan dan berkembang, bakteri memerlukan unsur-unsur seperti karbon, nitrogen, dan fosfor. Berdasarkan kebutuhan tersebut, bakteri dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Khemoheterotrof: menggunakan zat organik.
- 2) Khemoautotrof: menggunakan CO, untuk karbon.
- 3) Fototrof: menggunakan CO₂ dan cahaya untuk energi.

3. Media kultur bakteri

Atmanto, Asri, dan Kadir (2022) menjelaskan bahwa media kultur—yakni media pertumbuhan kuman—mikroorganisme merupakan bahan berupa campuran nutrisi yang dimanfaatkan oleh suatu mikroorganisme untuk tumbuh, berkembang, dan biak. Media kultur memiliki beragam jenis, yaitu:

- a. Media yang diklasifikasikan berdasarkan karakteristik sifat fisik
 - 1) Media padat adalah jenis media yang mengandung agar-agar sekitar 15%; karena itu, setelah didinginkan, media ini akan berubah menjadi suatu bentuk.
 - 2) Media semi padat adalah salah satu jenis media yang mengandung agar-agar dengan kadar sekitar 0.3% hingga 0,4%, sehingga terbentuk konsistensi yang kental: tidak sepenuhnya padat, namun juga tidak sampai terasa encer.
 - 3) Media cair termasuk kelompok media yang sama sekali tidak memiliki agar, seperti kaldu nutrisi (NB) dan kaldu laktosa (LB).
- b. Media berdasarkan susunannya
 - 1) Media sintetis adalah jenis media yang susunan komposisi kimianya diketahui dengan pasti, misalnya Glucose Agar dan MacConkey Agar.
 - 2) Media semi sintesis adalah jenis media yang memiliki beberapa komposisi yang jelas, misalnya Potato Dextrose Agar yang berisi agar, dekstrosa, dan ekstrak kentang.

- 3) Media non-sintetik adalah jenis media yang dibentuk dengan komposisi yang tidak bisa diketahui secara pasti, serta umumnya langsung diambil dari sumber alami—misalnya agar yang berasal dari jus tomat.
- c. Media berdasarkan tujuan
- 1) Media isolasi merupakan jenis media yang menyiapkan seluruh komponen penting yang diperlukan untuk menumbuhkan mikroba, misalnya kaldu nutrisi dan agar darah.
 - 2) Media selektif adalah media yang dipilih dengan penambahan senyawa khusus, dengan tujuan menghambat perkembangan mikroorganisme yang tidak diinginkan sekaligus mendukung pertumbuhan mikroba yang diharapkan.
 - 3) Penyelesaian nilai tambah pada media, atau media enrichment, berisi nutrisi dasar yang diperkaya dengan bahan tambahan untuk membantu pertumbuhan mikroorganisme—dengan memenuhi kebutuhan nutrisi yang spesifik.
 - 4) Media peremajaan kultur adalah media yang dimanfaatkan untuk memastikan kultur mikroba tetap berlanjut dan mempertahankan sifat aslinya.
 - 5) Media yang digunakan untuk menyingkap kebutuhan nutrisi tertentu kerap menjadi pilihan utama dalam studi metabolisme, maupun dalam pengujian sifat fisiologis mikroorganisme tertentu.

4. Metode Pengujian Aktivitas Antibakteri

Uji antimikroba dilakukan untuk menilai bagaimana perkembangan populasi mikroba merespons antimikroba. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk pengujian antibakteri, di antaranya:

a. Metode dilusi

Metode dilusi terbagi menjadi dua jenis: pengenceran dalam medium cair dan pengenceran dalam medium padat. Metode ini digunakan untuk menilai konsentrasi hambat minimum (MIC) atau konsentrasi bunuh minimum (MBC) dari suatu zat antimikroba terhadap mikroba yang sedang diuji. Alurnya dimulai dengan pembuatan rangkaian pengenceran zat antimikroba di dalam larutan cair, kemudian dilanjutkan dengan penambahan mikroba

uji. Konsentrasi paling rendah yang masih tampak jernih tanpa adanya pertumbuhan mikroba ditetapkan sebagai MBC.

b. Metode difusi

Metode difusi dilakukan dengan beberapa teknik berbeda:

1) Metode disc diffusion (tes Kirby & Bauer)

Untuk menilai efektivitas antimikroba, letakkan cakram antibakteri di atas media agar yang sudah diinokulasi. Jika muncul area yang bening, itu menandakan adanya hambatan pertumbuhan.

2) E-test

Menetapkan kadar minimum agen antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan dengan menggunakan strip plastik yang diisi berbagai tingkat zat antimikroba.

3) Metode Parit/Ditch-plate

Antibakteri dituang ke dalam parit pada media agar, lalu mikroba uji digoreskan agar bergerak mendekati parit tersebut.

E. Antibiotik

Antibiotik merupakan kelompok senyawa—baik yang berasal dari alam maupun hasil sintesis—yang bekerja dengan cara menekan atau bahkan menghentikan proses biokimia di dalam organisme, terutama saat menghadapi infeksi bakteri (Fadrian, 2023). Dalam spektrum obat antimikroba, antibiotik berdampingan dengan antivirus, antijamur, dan antiprotozoa; karena itu, antibiotik telah dipakai secara luas untuk mencegah sekaligus mengobati infeksi pada manusia, hewan, dan tumbuhan (Lukito, 2023). Ditinjau dari jangkauan kerjanya, antibiotik dibedakan menjadi spektrum luas (broad spectrum) dan spektrum sempit (narrow spectrum).

1. Spektrum Luas

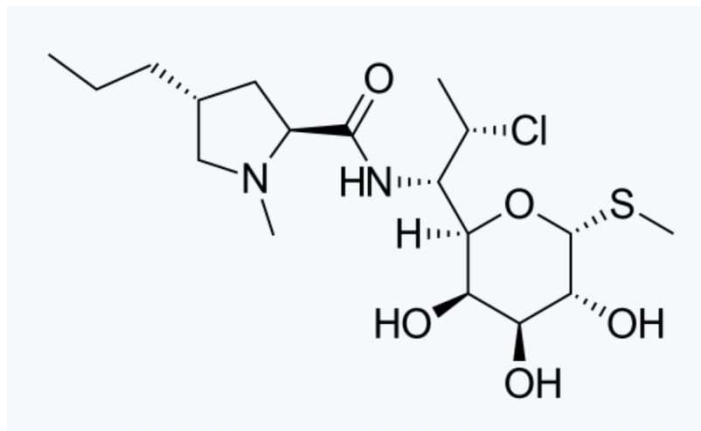
Antibiotik spektrum luas adalah antibiotik yang mampu melawan bakteri gram positif maupun gram negatif. Dalam kelompok ini, salah satu contohnya ialah tetracyclines, phenicols, fluoroquinolones, serta cephalosporins generasi ketiga dan generasi keempat.

2. Spectrum Sempit

Spektrum antibiotik sempit adalah jenis antibiotik yang aktivitasnya terbatas dan hanya bekerja secara efektif pada organisme tertentu. Contohnya, glikopeptida dan bacitracin hanya efektif untuk bakteri gram positif. Sementara itu, polimiksin merupakan antibiotik yang hanya efektif terhadap bakteri gram negatif, aminoglikosida dan sulfonamid hanya efektif terhadap bakteri aerob, dan metrodinazol yang hanya efektif terhadap bakteri anaerob.

F. Klindamisin

Klindamisin atau klindamisin adalah antibiotik golongan lincosamine (lincosamid) dan turunan linkomisin. Bubuk klindamisin berwarna putih hingga hampir putih, bersifat higroskopis, tidak berbau atau hampir tidak berbau, serta memiliki rasa pahit. Senyawa ini praktis mudah larut dalam air, sukar larut dalam etanol, sangat sukar larut dalam aseton, praktis tidak larut dalam kloroform, serta tidak larut dalam benzene dan dalam eter (Sudirman, 2023).



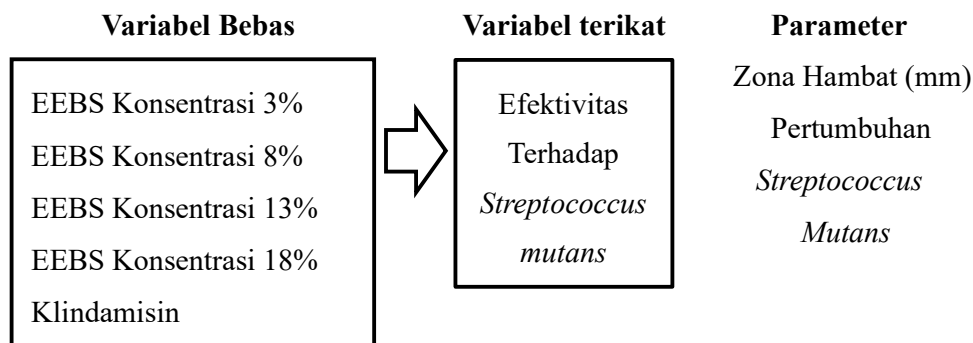
Gambar 3 Struktur Klindamisin

Sumber: <https://share.google/B9yYzqGMdKNIBQmP2>

Nama kimia Clindamycin HCl adalah Methyl 7-chloro-6,7,8-trideoxy-6-(1-methyl-trans-4-propyl-L-2-pyrolidinecarboxamido)-1-thio-L-treo- α -D galactooctopyranoside monohydrochloride. Obat ini hadir sebagai agen yang kuat sekaligus bakteriostatik terhadap berbagai bakteri aerobik gram-positif, termasuk Streptococcus grup A, dengan menghambat sintesis protein bakteri dan juga memengaruhi beberapa strain pneumokokus. Klindamisin memiliki aktivitas

terhadap bakteri anaerobik gram-positif serta sejumlah genus gram-negatif, seperti *Propionibacterium* dan *Porphyromonas*; obat ini bahkan dapat dipakai untuk menangani infeksi streptokokus dan stafilokokus yang berat, termasuk pada pasien yang alergi terhadap penisilin (Bunick, 2024).

G. Kerangka Pikir



Gambar 4 Kerangka Pikir

H. Definisi Operasional

1. Ekstrak ekstrak etanol batang serai (*Cymbopogon citratus*) dengan konsentrasi 3%, 8%, 13%, dan 18%.
2. Klindamisin digunakan sebagai kontrol positif uji efektivitas.
3. Akuadest digunakan sebagai kontrol negatif uji efektivitas.
4. Efektivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutans* diukur berdasarkan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* yang diuji dengan metode difusi cakram.

I. Hipotesis

1. Ekstrak etanol batang serai (*Cymbopogon citratus*) efektif terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.
2. Terdapat pengaruh konsentrasi ekstrak etanol batang serai terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.