

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bawang Putih

1. Sejarah bawang putih



Gambar 1 Bawang Putih (*Salim, 2016*)

Bawang putih berasal dari Asia Tengah, terutama dari Cina dan Jepang yang memiliki iklim subtropik. Dari daerah asalnya, bawang putih secara bertahap menyebar ke berbagai wilayah di Asia, Eropa, dan akhirnya ke hampir seluruh dunia. Di Indonesia, bawang putih pertama kali dibawa oleh pedagang Cina dan Arab di masa lalu. Kemudian, tanaman ini mulai dibudidayakan di daerah pesisir atau sepanjang pantai yang memiliki kondisi alam yang mendukung pertumbuhannya. Seiring waktu, budidaya bawang putih tidak hanya terbatas di daerah pesisir, tetapi juga meluas ke daerah pedalaman, menjadikannya lebih dekat dengan kehidupan masyarakat Indonesia (Moulia dkk., 2018).

Bawang putih (*Allium sativum*) merupakan tanaman herbal semusim yang tumbuh berumpun dan dapat mencapai ketinggian sekitar 60 cm. Tanaman ini umumnya dibudidayakan di ladang-ladang daerah pegunungan yang mendapatkan paparan sinar matahari yang cukup. Selain merujuk pada tanaman itu sendiri, nama bawang putih juga digunakan untuk menyebut umbi yang dihasilkan oleh tanaman

tersebut. Umbi bawang putih ini menjadi bahan utama dalam pembuatan bumbu dasar untuk masakan tradisional Indonesia (Moulia dkk., 2018).

Hingga kini, bawang putih tetap memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia, khususnya dalam dunia kuliner. Bawang putih digunakan sebagai bumbu penyedap masakan tradisional maupun masakan modern, dan tetap menjadi salah satu bahan yang paling banyak dicari di pasar. Keberadaannya sebagai bahan penyedap alami masih sangat dihargai, meskipun saat ini banyak produk penyedap masakan buatan yang hadir di pasar dengan kemasan yang menarik dan berbagai varian rasa. Namun demikian, keberadaan bawang putih sebagai bahan yang memberi rasa khas pada masakan Indonesia tetap tidak tergantikan (Moulia dkk., 2018).

Bawang putih adalah tanaman berumbi lapis, yang juga dikenal sebagai tumbuhan dengan siung yang tersusun. Tanaman ini tumbuh berumpun dan memiliki batang semu yang terbentuk dari pelepah daun, dengan tinggi antara 30 hingga 75 cm. Daunnya berbentuk seperti pita, pipih, dan memanjang. Bawang putih memiliki akar serabut kecil yang jumlahnya banyak. Setiap daun bawang putih mengandung beberapa siung, yang masing-masing dilapisi kulit tipis berwarna putih (Moulia dkk., 2018).

Pada awalnya, bawang putih tumbuh subur di daerah dataran tinggi. Namun kini, bawang putih juga banyak dibudidayakan di dataran rendah di Indonesia, khususnya pada jenis tertentu. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian sekitar 200 hingga 250 meter di atas permukaan laut (Moulia dkk., 2018).

2. Taksonomi bawang putih

Bawang putih, yang dalam nama ilmiahnya dikenal sebagai *Allium sativum* L., merupakan tanaman yang memiliki berbagai khasiat sebagai obat tradisional. Penggunaan bawang putih sebagai terapi pengobatan telah dilakukan sejak sekitar 4000 tahun yang lalu. Di Indonesia, tanaman bawang putih tumbuh subur pada ketinggian antara 600 hingga 1.100 meter di atas permukaan laut, dengan jenis tanah yang ringan, gembur, dan memiliki kemampuan menyerap air dengan baik. Untuk pertumbuhannya yang optimal, bawang putih sebaiknya ditanam di daerah dengan ketinggian menengah hingga tinggi, dengan curah hujan antara 800 hingga 2.000 mm per tahun, serta suhu udara sekitar 15 hingga 20°C (Sparringa dkk., 2016).

Klasifikasi tanaman bawang putih adalah sebagai berikut (Sparringa dkk., 2016):

Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Sub divisi	: <i>Spermatophytina</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Bangsa	: <i>Asparagales</i>
Suku	: <i>Amaryllidaceae</i>
Marga	: <i>Allium</i>
Jenis	: <i>Allium sativum</i> L.

3. Morfologi bawang putih

Bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah tanaman herba semusim yang tumbuh berumpun dan dapat mencapai ketinggian sekitar 60 cm. Tanaman ini banyak ditanam di ladang-ladang yang terletak di daerah pegunungan dengan sinar

matahari yang cukup. Secara morfologis, tanaman bawang putih memiliki beberapa bagian yang memiliki ciri khas sebagai berikut:

a) Daun

Daun bawang putih terdiri dari helai-helai yang memanjang menyerupai pita. Setiap tanaman bisa memiliki hingga 10 helai daun yang tersusun rapi dan tumbuh tegak ke atas. Daunnya pipih dan rata, dengan ujung yang runcing dan cenderung melipat ke dalam sepanjang daunnya. Daun bawang putih ini tidak berlubang dan memiliki permukaan halus, yang memberikan ciri khas pada tanaman ini (Sparringa dkk., 2016).

b) Batang

Bawang putih memiliki batang semu, yaitu batang yang terbentuk dari pelepah-pelepah daun yang tersusun rapat dan memanjang. Batangnya tipis namun cukup kuat untuk menopang seluruh tanaman. Panjang batang bawang putih dapat mencapai sekitar 30 cm, meskipun dalam beberapa kondisi batangnya bisa lebih pendek atau lebih panjang tergantung pada faktor lingkungan dan varietas yang ditanam. Batang semu ini berfungsi untuk memberikan dukungan bagi tanaman dalam tumbuh tegak (Sparringa dkk., 2016).

c) Akar

Sistem perakaran bawang putih terdiri dari akar serabut yang tumbuh di dasar umbi atau pada bagian pangkal umbi yang berbentuk cakram. Akar serabut ini berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara dari tanah, meskipun sifatnya agak rapuh dan mudah goyah jika tanah mengandung terlalu banyak air atau terpapar angin kencang. Akar bawang putih cenderung pendek dan tidak menyebar jauh dari

tanaman, tetapi cukup efektif dalam mendukung pertumbuhannya (Sparringa dkk., 2016).

d) Siung dan umbi

Umbi bawang putih berkembang dekat pusat batang utama, tepatnya di antara daun-daun muda yang terletak di tengah tanaman. Dari tunas yang tumbuh di bagian bawah batang utama, muncul umbi-umbi kecil yang disebut siung. Setiap siung bawang putih dilapisi kulit tipis berwarna putih. Hampir semua daun muda yang ada di dekat pusat batang utama mengandung umbi kecil, meskipun ada beberapa daun yang tidak memiliki umbi. Umbi-umbi ini kemudian dipanen untuk digunakan sebagai bumbu dapur dan juga memiliki berbagai khasiat sebagai obat tradisional (Sparringa dkk., 2016).

Dengan morfologi tersebut, bawang putih tidak hanya dikenal sebagai bahan masakan yang kaya akan rasa, tetapi juga memiliki nilai penting dalam dunia kesehatan dan pengobatan tradisional.

4. Kandungan dan manfaat bawang putih

Bawang putih mengandung berbagai senyawa bioaktif, di antaranya senyawa organosulfur, saponin, senyawa fenolik, dan polisakarida. Senyawa organosulfur merupakan komponen aktif utama dalam bawang putih, yang meliputi *allicin* (diallyl thiosulfonate), DAS (diallyl sulfide), DADS (diallyl disulfide), DATS (diallyl trisulfide), E/Zajoene, SAC (S-allyl-cysteine), dan allin (S-allyl-cysteine sulfoxide) (Zulfanita dkk., 2016).

Allicin memiliki sifat sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba yang sangat kuat. Dalam hal efeknya terhadap diabetes, *allicin* dapat meningkatkan sensitivitas insulin dengan memperbaiki fungsi reseptor insulin, yang membantu

mengurangi resistensi insulin dan menurunkan kadar gula darah. Proses ini terjadi melalui peningkatan pemecahan glukosa dan penyerapannya ke dalam sel tubuh. Sifat antiinflamasi dan antioksidan *allicin* juga berfungsi melindungi sel β pankreas dari kerusakan akibat stres oksidatif. Selain itu, bawang putih membantu meningkatkan ekspresi GLUT4, yang selanjutnya membantu mengurangi resistensi insulin (Sparringa dkk., 2016).

Allicin bersifat tidak stabil dan mudah terurai, tetapi senyawa ini dapat terdekomposisi menjadi beberapa senyawa turunan lainnya. Senyawa-senyawa turunan *allicin* tersebut juga memiliki berbagai manfaat kesehatan, seperti sifat antidiabetes, antibakteri, antimikroba, antikanker, serta antifungal. Dengan demikian, bawang putih tidak hanya berguna dalam pengobatan infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan virus, tetapi juga berpotensi digunakan dalam pencegahan dan pengobatan berbagai kondisi kesehatan serius lainnya, seperti kanker dan diabetes (Zulfanita dkk., 2016).

Pertama, *allicin* menghambat produksi RNA dalam bakteri. RNA berfungsi sebagai instruksi genetik yang penting untuk sintesis protein, yang merupakan komponen esensial dalam proses kehidupan sel bakteri. Ketika produksi RNA terganggu, sintesis protein dalam bakteri juga terhambat, sehingga mengganggu fungsi normal sel bakteri, termasuk pertumbuhan dan pembelahan sel. Tanpa protein yang cukup, bakteri kehilangan kemampuan untuk bertahan hidup atau berkembang biak. Selain menghambat sintesis protein, *allicin* juga memengaruhi sintesis lipid pada dinding sel bakteri. Dinding sel merupakan struktur pelindung yang sangat penting bagi kelangsungan hidup bakteri. Ketika sintesis lipid terganggu, dinding sel tidak dapat terbentuk dengan baik, sehingga integritas sel

bakteri melemah, yang akhirnya dapat menyebabkan kematian bakteri. Dengan mekanisme ini, *allicin* menjadi salah satu agen antibakteri alami yang efektif dalam melawan infeksi bakteri patogen (Moulia dkk., 2018).

Secara umum, senyawa organosulfur dalam bawang putih mentah memiliki tingkat pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bawang putih yang telah dimasak. Sebaliknya, senyawa saponin lebih stabil selama proses pemasakan. Jumlah total saponin dalam bawang putih dengan kulit ungu hampir 40 kali lebih banyak dibandingkan bawang putih dengan kulit putih. Selain itu, bawang putih mengandung lebih dari 20 senyawa fenolik, dengan kandungan yang lebih tinggi dibandingkan sayuran pada umumnya. Senyawa fenolik utama yang terkandung adalah asam β -resorsilat, diikuti oleh pirogallol, asam galat, rutin, asam protocatechuic, dan quercetin. Polisakarida dalam bawang putih diketahui mengandung 85% fruktosa, 14% glukosa, dan 1% galaktosa (Sparringa dkk., 2016). Beberapa manfaat dari bawang putih (*Allium Sativum*) adalah sebagai berikut :

a) Antioksidan

Aktivitas antioksidan dari produk alami telah banyak diteliti, termasuk yang berasal dari buah, sayuran, jamur, bunga, dan buah liar. Penelitian menunjukkan bahwa tumisan bawang putih memiliki kapasitas antioksidan yang lebih tinggi (dengan metode pemutihan β -karoten), yang menunjukkan bahwa proses pengolahan dapat memengaruhi sifat antioksidan bawang putih. Senyawa bioaktif dalam bawang putih, yang diekstraksi menggunakan pelarut diklorometana dan etil asetat, meliputi steroid dan triterpenoid, sementara itu ekstraksi bawang putih dengan pelarut etanol menghasilkan senyawa bioaktif seperti saponin, triterpenoid, steroid, flavonoid, dan fenolik. Flavonoid bermanfaat sebagai antidiabetes dan

pencegah kanker, sementara senyawa fenolik berperan dalam menurunkan kadar gula darah dan memiliki sifat antimikroba (Sparringa dkk., 2016).

b) Anti inflamasi

Bawang putih dan senyawa bioaktifnya juga telah terbukti memiliki sifat antiinflamasi. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa etil linoleat dalam bawang putih dapat mengurangi produksi oksida nitrat (NO) dan prostaglandin E-2 dengan cara menurunkan ekspresi *inducible NO synthase* (iNOS) dan *cyclooxygenase-2* (COX-2) dalam makrofag RAW 264.7 yang distimulasi oleh lipopolisakarida. Selain itu, penelitian oleh (Tran dkk., 2019) menyatakan bahwa pemberian ekstrak aquadest dari bawang hitam atau bawang putih yang difermentasi dapat mencegah produksi nitrit oksida (NO) dan sitokin proinflamasi.

c) Anti mikroba

Umbi bawang putih memiliki potensi besar sebagai agen antimikroba, yang efektif dalam menghambat pertumbuhan berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri, jamur, virus, dan protozoa. Kandungan dialildisulfida atau ajoene dalam ekstrak maserasi bawang putih menunjukkan aktivitas antivirus yang lebih kuat dibandingkan senyawa lainnya seperti *allicin* dan allil metil tiosulfinat. Ajoene juga terbukti efektif membunuh bakteri gram positif, gram negatif, serta khamir. Allicin dapat menghambat sintesis RNA dan lipid pada bakteri gram positif dan negatif. Penghambatan tersebut mencegah produksi protein dan asam amino, serta menghalangi pembentukan lapisan fosfolipid ganda pada dinding sel, yang akhirnya menghambat pertumbuhan dan reproduksi bakteri (Sulfianti, Mangarengi, dkk., 2023).

B. Ekstrak

1. Definisi ekstrak

Ekstrak adalah produk yang diperoleh melalui proses ekstraksi, yaitu pengambilan zat-zat aktif yang terkandung dalam bahan alami, baik itu berasal dari tumbuhan (simplisia nabati) maupun hewan (simplisia hewani), dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ini bertujuan untuk memisahkan komponen-komponen bioaktif dari bahan asli. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut yang digunakan akan diuapkan hampir seluruhnya, sehingga yang tersisa adalah massa atau serbuk yang mengandung zat-zat aktif tersebut. Massa atau serbuk yang tersisa ini kemudian diproses lebih lanjut sehingga dapat memenuhi standar kualitas atau baku yang telah ditentukan. Ekstrak yang dihasilkan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pembuatan obat, kosmetik, atau suplemen, tergantung pada tujuan penggunaannya (Wahyuningsih dkk., 2024).

Ada beberapa jenis ekstrak yang dibedakan berdasarkan konsistensinya, yaitu ekstrak cair, ekstrak kental, dan ekstrak kering. Ekstrak cair memiliki konsistensi cair dan dapat dituangkan, dengan kadar air yang umumnya lebih dari 30%. Sementara itu, ekstrak kental memiliki kadar air yang lebih rendah, yaitu antara 5-30%, sehingga memiliki tekstur yang lebih kental dibandingkan dengan ekstrak cair. Ekstrak kering, di sisi lain, mengandung kadar air yang sangat rendah, kurang dari 5%, sehingga berbentuk padat atau serbuk dan hampir tidak mengandung kelembaban (Nugroho Agung, 2017).

Ekstraksi tanaman obat adalah suatu proses yang dilakukan untuk memisahkan bahan-bahan aktif yang terkandung dalam tanaman obat, baik berupa bahan padat maupun cair, menggunakan metode kimia atau fisika tertentu. Proses ekstraksi ini

bertujuan untuk mengisolasi senyawa-senyawa bioaktif yang terdapat dalam tanaman obat. Ekstrak yang diperoleh dari simplisia (bahan mentah tanaman obat) dapat digunakan dalam berbagai tahap produksi, mulai dari bahan baku, bahan antara, hingga produk akhir yang siap digunakan. Oleh karena itu, kualitas ekstrak yang dihasilkan sangat penting untuk dipastikan, dan harus memenuhi standar mutu yang ditetapkan, yang meliputi kualitas bahan baku, proses ekstraksi, dan pengujian produk akhir (Nugroho Agung, 2017).

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas ekstrak tanaman obat antara lain faktor kimia, seperti jenis dan jumlah senyawa aktif yang ada dalam tanaman yang diekstraksi. Senyawa-senyawa ini sangat bervariasi tergantung pada jenis tanaman dan bagian tanaman yang digunakan, serta kondisi tempat tumbuhnya tanaman. Selain itu, metode ekstraksi yang digunakan juga memengaruhi hasil yang diperoleh. Berbagai metode ekstraksi seperti ekstraksi dengan pelarut, distilasi, atau pemanasan memiliki keunggulan dan kekurangannya masing-masing, yang akan berdampak pada kualitas dan efisiensi ekstraksi. Faktor lain yang juga sangat memengaruhi hasil ekstraksi adalah pelarut yang digunakan. Pemilihan pelarut yang tepat sangat penting karena pelarut yang berbeda akan mengekstraksi komponen yang berbeda pula dari tanaman obat. Oleh karena itu, pemilihan pelarut yang sesuai dengan senyawa yang ingin diekstraksi sangat berpengaruh pada kualitas ekstrak yang dihasilkan (Wahyuningsih dkk., 2024).

Selain faktor-faktor kimia tersebut, faktor lain seperti waktu ekstraksi, suhu, dan teknik pengeringan juga turut berperan dalam menentukan sejauh mana kualitas ekstrak yang diperoleh. Semua faktor ini harus dipertimbangkan dengan baik agar ekstrak yang dihasilkan dapat memenuhi standar mutu yang diharapkan dan sesuai

dengan tujuan penggunaannya, baik untuk tujuan terapeutik, kosmetik, maupun produk lainnya (Wahyuningsih dkk., 2024).

2. Jenis ekstraksi

a) Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi simplisia dengan menggunakan pelarut tertentu, di mana bahan yang diekstraksi dibiarkan dalam pelarut tersebut selama beberapa waktu, disertai dengan pengocokan atau pengadukan secara teratur pada suhu ruangan (kamar). Proses ini mengandalkan prinsip dasar pencapaian keseimbangan konsentrasi antara pelarut dan bahan yang diekstrak. Secara teknis, maserasi termasuk dalam kategori ekstraksi yang mengutamakan proses yang berlangsung pada suhu kamar tanpa pemanasan, dan pelarut yang digunakan untuk mengekstrak komponen kimia dari simplisia. Pada maserasi kinetik, pengocokan atau pengadukan dilakukan secara terus-menerus untuk mempercepat proses ekstraksi. Remaserasi mengacu pada proses penambahan pelarut secara berulang setelah penyaringan maserat pertama. Langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa bahan aktif yang tersisa dapat diekstraksi dengan optimal. Sebagai contoh, dalam pembuatan ekstrak dengan metode maserasi, 500 gram simplisia diekstraksi menggunakan 1 liter etanol (Wahyuningsih dkk., 2024).

b) Perkolasi

Perkolasi, di sisi lain, merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan pelarut baru yang terus-menerus ditambahkan hingga proses ekstraksi dianggap selesai atau mencapai titik ekstraksi yang maksimal (sering disebut sebagai *exhaustive extraction*). Biasanya, perkolasi dilakukan pada suhu ruangan, dan terdiri dari beberapa tahapan. Pertama, bahan yang akan diekstraksi

dipersiapkan atau diproses, kemudian dilakukan maserasi awal untuk meresapkan pelarut ke dalam bahan. Selanjutnya, tahap perkolasi yang sebenarnya dimulai dengan meneteskan pelarut secara perlahan dan terus-menerus ke dalam bahan. Ekstrak yang dihasilkan (disebut perkolat) dikumpulkan dan jumlahnya biasanya berkisar antara 1 hingga 5 kali jumlah bahan awal yang digunakan. Proses perkolasi berlangsung secara bertahap hingga diperoleh ekstrak yang diinginkan dengan konsentrasi yang cukup tinggi (Wahyuningsih dkk., 2024).

c) Refluks

Refluks adalah metode ekstraksi yang menggunakan pelarut pada suhu yang mencapai titik didihnya, di mana pelarut dipanaskan dan dipertahankan pada suhu tersebut selama periode waktu tertentu. Selama proses ini, jumlah pelarut yang digunakan tetap stabil karena adanya sistem pendingin balik yang mencegah pelarut menguap. Proses refluks sering dilakukan secara berulang terhadap residu pertama yang dihasilkan, dengan pengulangan dilakukan sebanyak 3 hingga 5 kali untuk memastikan ekstraksi berjalan optimal dan mencapai hasil yang maksimal. Dengan cara ini, ekstraksi yang dihasilkan bisa dianggap hampir sempurna, karena setiap kali residu tersebut diekstraksi kembali, lebih banyak senyawa aktif yang berhasil diperoleh (Wahyuningsih dkk., 2024).

d) Sokletasi

Sokletasi adalah metode ekstraksi yang menggunakan pelarut baru secara terus-menerus dan umumnya dilakukan dengan menggunakan alat khusus yang dirancang untuk ekstraksi kontinyu. Proses ini berlangsung dengan menggunakan pelarut yang selalu diperbaharui untuk memastikan pelarut dalam proses tersebut selalu segar, sehingga dapat terus mengoptimalkan penarikan zat aktif dari bahan

yang diekstraksi. Selama sokletasi, jumlah pelarut tetap terjaga dalam jumlah yang relatif konstan dan alat yang digunakan dilengkapi dengan pendingin balik untuk menghindari penguapan pelarut yang berlebihan. Proses ekstraksi sokletasi memungkinkan pelarut terus mengekstraksi komponen kimia dari bahan yang diekstraksi secara efisien dalam waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan dengan metode lainnya (Wahyuningsih dkk., 2024).

e) Digesti

Digesti adalah metode ekstraksi yang mirip dengan maserasi kinetik, namun dilakukan pada suhu yang lebih tinggi dibandingkan suhu kamar biasa, yaitu antara 40 hingga 50°C. Pada proses ini, pengadukan dilakukan secara terus-menerus selama ekstraksi berlangsung, yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan ekstraksi dan memaksimalkan penarikan komponen aktif dari simplisia. Proses ini tidak hanya mengandalkan suhu tinggi, tetapi juga pengocokan atau pengadukan untuk memastikan bahwa pelarut dapat secara efektif mengekstraksi zat-zat aktif yang ada dalam bahan yang diekstraksi. Digesti sangat berguna untuk mempercepat proses ekstraksi komponen kimia yang larut dalam pelarut pada suhu yang lebih tinggi (Wahyuningsih dkk., 2024).

f) Infusa

Infusa adalah metode ekstraksi yang menggunakan air sebagai pelarut, yang dipanaskan pada suhu mendekati titik didihnya, yaitu antara 96 hingga 98°C, selama jangka waktu tertentu, biasanya sekitar 15 hingga 20 menit. Selama proses infusa, air mendidih akan digunakan untuk mengekstrak senyawa aktif dari bahan yang diekstraksi. Metode ini banyak digunakan dalam ekstraksi bahan-bahan alami seperti tumbuhan obat atau bahan-bahan yang sensitif terhadap pemanasan

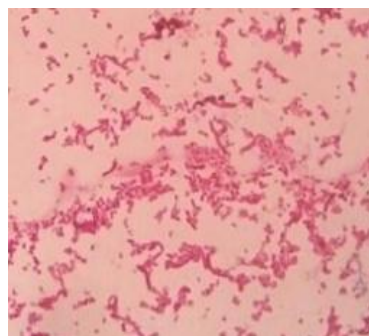
berlebihan. Infusa sering digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengekstrak senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman yang digunakan (Wahyuningsih dkk., 2024).

g) Dekok

Dekok adalah metode ekstraksi yang serupa dengan infusa, namun dengan durasi yang lebih panjang dan suhu yang tetap tinggi. Berbeda dengan infusa yang hanya berlangsung sekitar 15 hingga 20 menit, dekok dilakukan dengan pemanasan bahan selama lebih dari 30 menit, dengan menggunakan air yang dipanaskan hingga mencapai titik didih. Proses dekok bertujuan untuk mengeluarkan komponen-komponen kimia yang terkandung dalam bahan yang lebih keras atau lebih tahan terhadap pemanasan, seperti akar, batang, atau bahan-bahan keras lainnya. Karena durasi dan suhu yang lebih lama, dekok biasanya lebih efektif dalam mengekstraksi zat-zat aktif yang terkandung dalam bahan yang lebih kuat atau yang lebih sulit larut (Wahyuningsih dkk., 2024).

C. Bakteri

1. Definisi *Escherichia coli*



Gambar 2 Bakteri *Escherichia coli* (Khakim dan Rini, 2018)

Escherichia coli merupakan bakteri dengan gram negatif berbentuk batang berukuran sekitar 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , yang tidak membentuk spora. Bakteri ini

merupakan bagian dari flora normal yang terdapat di usus, di mana fungsinya adalah untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Selain itu, *Escherichia coli* berperan sebagai florainormal usus yang mendukung proses pencernaan serta membantu dalam pembusukan sisa-sisa makanan di usus besar. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk memproduksi vitamin K dalam tubuh.

Escherichia coli sering menjadi penyebab utama penyakit yang ditularkan dari makanan, yang sering disebut sebagai penyakit *foodborne disease*. Penyakit ini disebabkan oleh konsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi. Salah satu penyakit yang bisa timbul akibat *foodborne disease* adalah diare. (Yunus dkk., 2015). Selain itu, *Escherichia coli* juga dapat mengakibatkan infeksi pada saluran kemih, yang dikenal dengan sindrom hemolitik uremik (HUS), yang ditandai dengan kerusakan pada sel darah merah. Bakteri ini dapat memproduksi toksin berbahaya yang disebut verotoksin (VT), yang mampu merusak pembuluh darah, dinding usus, serta organ ginjal. (Rini & Rohmah, 2020)

2. Taksonomi *Escherichia coli*

Menurut Rini & Rohmah, (2020), klasifikasi bakteri *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gamma proteobacteria</i>
Ordo	: <i>Enterobacteriales</i>
Famili	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

3. Morfologi *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* adalah mikroorganisme berbentuk batang pendek yang biasanya ditemukan dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Bakteri ini tergolong dalam kelompok bakteri anaerob fakultatif, yang berarti *Escherichia coli* memiliki kemampuan untuk tumbuh baik dalam kondisi adanya oksigen (aerob) maupun tanpa oksigen (anaerob). Hal ini memungkinkan bakteri ini bertahan hidup dalam berbagai lingkungan dan kondisi yang berbeda. Meskipun umumnya tidak berbahaya, beberapa strain *Escherichia coli* dapat menjadi patogen yang menyebabkan berbagai infeksi pada manusia.

Escherichia coli memiliki ukuran sekitar 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , dan dikenal sebagai bakteri yang motil, artinya bakteri ini memiliki kemampuan untuk bergerak. Namun, bakteri ini tidak memiliki inti sel atau organel internal yang ditemukan pada sel eukariotik seperti nukleus dan sitoskeleton. Meskipun demikian, *Escherichia coli* memiliki organel eksternal berupa vili, yang berupa filamen panjang dan tipis. Vili ini berperan penting dalam proses perlekatan bakteri pada sel-sel inang, memungkinkan bakteri untuk menempel pada permukaan dan bertahan dalam saluran pencernaan. Bakteri ini dapat tumbuh dengan cepat dan berkembang biak, terkadang menghasilkan toksin yang dapat menyebabkan penyakit jika tubuh tidak dapat mengatasi infeksi yang ditimbulkannya. (Mauwalan dkk., 2022)

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki bentuk batang pendek dan akan menunjukkan warna merah setelah proses pewarnaan Gram. Media EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*) digunakan sebagai media selektif untuk pertumbuhan *Escherichia coli*. Pada media ini, terjadi perubahan

warna dari merah tua kehitaman menjadi hijau metalik. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh peningkatan keasaman pada agar serta pengambilan warna yang terjadi selama proses fermentasi oleh *Escherichia coli*. Proses fermentasi ini berperan dalam pembentukan asam yang mengubah pH media, yang pada gilirannya menyebabkan perubahan warna tersebut (Umarudin dkk., 2023).

4. Patogenesis *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan jenis bakteri coliform yang berada di saluran pencernaan manusia, sehingga tergolong sebagai bagian dari flora normal usus. Namun, dalam kondisi tertentu yang dapat memicu penyakit seperti diare, jumlah koloni dan sifat virulensinya memiliki peran yang penting (Irianto, 2015). Berdasarkan sifat virulensinya, *Escherichia coli* dapat digolongkan menjadi beberapa tipe, yaitu:

a) *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC)

Bakteri ini menjadi penyebab utama diare pada anak-anak, terutama di negara berkembang. Mekanismenya melibatkan penempelan bakteri pada sel mukosa usus kecil, diikuti dengan pembentukan pedestal aktin filamen, yang menyebabkan diare cair. Diare yang disebabkan oleh EPEC ini bisa sembuh dengan sendirinya atau berkembang menjadi kronis. Pemberian antibiotik dapat membantu dalam penyembuhan (Irianto, 2015).

b) *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC)

Jenis bakteri ini juga merupakan penyebab diare pada anak-anak di negara berkembang, termasuk Indonesia. Berbeda dengan EPEC, *Escherichia coli* tipe ini menghasilkan jenis eksotoksin yang dapat tahan atau tidak tahan panas, yang dikendalikan oleh genotipe plasmid. Eksotoksin ini merangsang sel epitel usus

untuk mengeluarkan cairan berlebihan, yang akhirnya menyebabkan diare (Irianto, 2015).

c) *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC)

Bakteri ini bisa menyebabkan penyakit serupa dengan Shigelosis dan lebih sering menyerang anak-anak. Seperti halnya *Shigella*, strain EIEC memiliki sifat non-motil dan tidak atau lambat dalam memfermentasi laktosa. EIEC menyebabkan infeksi dengan cara menginvasi sel epitel pada lapisan mukosa usus (Irianto, 2015).

d) *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC)

Galur ini memproduksi verotoksin (VTEC), yang dapat menyebabkan kejadian luar biasa (KLB) diare dan hemoragik kronis. Penyakit yang disebabkan oleh EHEC bersifat akut, namun seringkali dapat sembuh dengan sendirinya (Irianto, 2015).

e) *Enteraggregative Escherichia coli* (EAEC)

Bakteri ini jenis ini adalah salah satu penyebab utama diare akut maupun kronis (lebih dari 14 hari) pada populasi. Tipe ini ditandai dengan pola perlekatan yang spesifik pada sel-sel manusia (Umarudin dkk., 2023).

D. Difusi Cakram

Metode difusi cakram adalah metode yang paling sering digunakan dimana cara kerja difusi cakram yaitu antibakteri fraksi yang akan diuji diserapkan pada kertas cakram dan ditempelkan pada media agar yang telah dihomogenkan dengan bakteri kemudian diinkubasi sampai terlihat zona hambat didaerah sekitar cakram (Novita, 2016).

Uji daya hambat metode difusi cakram (disk diffusion method) adalah salah satu teknik yang digunakan untuk menguji efektivitas suatu zat, seperti antibiotik

atau ekstrak tanaman, dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Dalam metode ini, cakram yang telah diserap dengan zat uji (misalnya antibiotik) diletakkan pada permukaan agar yang telah diinokulasi dengan bakteri. Setelah inkubasi, daerah sekitar cakram yang tidak ada pertumbuhan bakteri disebut sebagai zona hambat (Fadhilah dkk., 2019).

Ukuran zona hambat ini menunjukkan seberapa efektif zat uji dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Semakin besar zona hambat, semakin kuat daya hambat zat tersebut terhadap bakteri yang diuji. Uji ini sering digunakan dalam laboratorium mikrobiologi untuk mengukur sensitivitas bakteri terhadap antibiotik (Novita, 2016).