

BAB II

ANTIBAKTERI, EKSTRAK JAHE MERAH, BAKTERI *Escherichia coli*, DAN SIRUP JAHE MERAH

A. Tinjauan Tentang Antibakteri

1. Pengertian Antibakteri

Antibakteri terdiri atas antibiotik dan kemoterapi. Antibiotik ialah zat yang dihasilkan oleh mikroba, terutama fungi, yang dapat menghambat pertumbuhan atau memusnahkan mikroba jenis lain. Antibiotik juga dapat dibuat secara sintesis. Kemoterapi ialah zat kimia yang mampu menghambat pertumbuhan atau memusnahkan mikroba tetapi tidak berasal dari suatu mikroba atau fungi (Badan POM RI, 2015).

2. Klasifikasi Antibakteri

- a. Penisilin
- b. Sefalosporin dan antibiotik beta-laktam lainnya
- c. Tetrasiklin
- d. Aminoglikosida
- e. Makrolida
- f. Kuinolon
- g. Sulfonamid dan trimetoprim
- h. Antibiotik lain

B. Tinjauan Tentang Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*)

1. Pengertian Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*)

Klasifikasi tanaman jahe merah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida

Ordo : Zingiberales
Famili : Zingiberaceae
Genus : Zingiber
Spesies : *Zingiber officinale var. rubrum*

Sumber: Anggraini, F (2015).



Gambar 2.1. Jahe Merah, Sumber: Dokumen Pribadi, 2018.

Jahe merupakan tanaman obat berupa tumbuhan rumpun berbatang semu. Jahe berasal dari Asia Pasifik yang tersebar dari India sampai China. Jahe termasuk dalam suku temu-temuan (*Zingiberaceae*). Jahe dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna rimpangnya, yaitu jahe putih atau jahe kuning besar, jahe putih kecil, dan jahe merah. Berdasarkan warna rimpang dikenal adanya jahe putih, jahe kuning, dan jahe merah. Dari segi bentuknya, digolongkan menjadi jahe besar dan jahe kecil (Setyawan, 2015, hlm. 17-19).

2. Morfologi

Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sering disebut jahe sunti. Bentuk rimpang jahe merah berstruktur kecil dengan ruas rata, berwarna kecokelatan dan kulitnya kemerahan. Rimpang berlapis, seratnya agak kasar, memiliki batang agak keras, berbentuk bulat kecil berwarna hijau kemerahan yang diselubungi oleh pelepah daun. Panjang akar jahe merah 17,03-24,06 cm, diameter akar 5,36-5,46 mm, panjang rimpang 12,33-12,60 cm, tinggi rimpang

5,86-7,03 cm, berat rimpang 0,29-1,17 kg, dan tinggi tanaman 14,05-48,23 cm (Rukmana & Yudirachman, 2016, hlm. 85). Jahe merah memiliki kandungan minyak atsiri 2,58 % - 3,90 %, sehingga cocok untuk ramuan obat-obatan (Setyawan, 2015, hlm. 23). Jahe merah mempunyai daun berselang-seling teratur, warna daun lebih hijau (gelap) dibandingkan dengan klon jahe gajah maupun jahe kecil, permukaan daun atas berwarna hijau muda jika dibanding dengan bagian bawah. Luas daun 32,55-51,18 mm, panjang daun 24,30-24,79 cm, lebar daun 2,79-31,18 cm, dan lebar tajuk 7,97-44,9 cm (Rukmana & Yudirachman, 2016, hlm.86).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menyebutkan bahwa ekstrak jahe merah memiliki daerah hambat tinggi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (16.90 mm) tingkat sedang dan bakteri *Escherichia coli* (14.22 mm) tingkat lemah (Handrianto, 2016, Vol.2). Selain itu, berdasarkan penelitian Rialita dkk (2015), minyak essensial jahe merah memiliki aktivitas antibakteri yang bersifat moderat terhadap bakteri patogen dan perusak pangan.

3. Kandungan Senyawa Kimia Jahe

Jahe mengandung komponen yaitu oleoresin yang merupakan gambaran utuh dari kandungan jahe dengan gingerol sebagai komponen utama, minyak atsiri dan *fixed oil* yang terdiri dari zingerol, shagaol, dan zingiberin (Setyawan, 2015, hlm. 20-21).

a. Oleoresin

Oleoresin jahe banyak mengandung komponen-komponen nonvolatil yang mempunyai titik didih lebih tinggi daripada komponen volatil minyak atsiri. Oleoresin mengandung komponen-komponen pemberi rasa pedas, yaitu gingerol sebagai komponen utama serta shagaol dan zingerol dalam jumlah sedikit. Kandungan oleoresin jahe segar berkisar antara 0,4 % - 3,1 %. Kandungan kimia jahe antara lain: asetases, bisabolene, caprilate, d-â-phallandrene, d-camphene, d-borneol, farnisol, kurkumin, khavinol, linalool, metil heptenone, n-nonylaldehyde, sineol, zingerol zingiberene, vitamin A, B, dan C, asam organik tepung kanji, serta, sitral, allicin, aliin,

diallydisulfida, damar, glukominol, resin, geraniol, shogaol, albizzin, zengediasetat, dan metilzingerdiol (Setyawan, 2015, hlm. 20).

Senyawa gingerol memiliki banyak gugus hidroksil sehingga bersifat polar. Zat pedas gingerol yaitu: (6)-gingerol 60-85%; (4)-gingerol; (8)-gingerol 5-15%; (10)-gingerol 6-22%; (12)-gingerol; (6)-methylgingerdiol. Gingerol merupakan senyawa yang labil terhadap panas baik selama penyimpanan maupun pada waktu pemrosesan, sehingga gingerol sulit untuk dimurnikan, dan akan berubah menjadi shagaol. Tingkat kepedasan menentukan kualitas minyak jahe. Metode yang paling sederhana untuk menilai tingkat kepedasan adalah dengan organoleptik karena sangat subjektif dan mempunyai hasil yang berbeda-beda. Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan HPLC.

Sifat kimia fisika dari gingerol:

- Berat molekul: 294,39 g/mol.
- Bentuk: minyak berwarna kuning muda atau kristal.
- Penyimpanan: disimpan dalam wadah tertutup rapat.
- Massa jenis: 1,083 g/cm³.
- Titik didih: 453°C.

Gingerol merupakan golongan fenol yang merupakan desinfektan yang paling umum yang digunakan di laboratorium sebagai penghambat pertumbuhan kuman atau membunuhnya. Kandungan gingerol dalam minyak jahe sekitar 20-30% berat jahe. Rimpang jahe juga mengandung flavonoid, 10-dehydroginger-dione, gingerdione, arginine, linolenic acid, aspartic acid, kanji, lipid, kayu damar, asam amino, protein, vitamin A, dan nacin serta mineral. Asam-asam organik seperti asam malat dan asam oksalat. Vitamin A, B (colin dan asam folat), dan C, senyawa-senyawa flavonoid, polifenol, aseton, methanol, cineole, dan arginine. Senyawa utama dalam tanaman jahe yaitu gingerol yang merupakan golongan dari fenol dari poliketida pada jalur asam asetat (Setyawan, 2015, hlm. 104-105).

b. Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah senyawa mudah menguap yang tidak larut di dalam air yang berasal dari tanaman diantaranya terkandung dalam rimpang jahe (Setyawan, 2015, hlm. 103). Minyak atsiri disebut juga minyak essential, istilah essential dipakai karena minyak karena minyak atsiri mewakili bau dari tanaman asalnya. Secara kimia, minyak atsiri bukan merupakan senyawa tunggal, tetapi tersusun dari berbagai macam komponen yang secara garis besar terdiri dari kelompok terpenoid dan fenil propana. Melalui asal usul biosintetik, minyak atsiri dapat dibedakan menjadi turunan terpenoid yang terbentuk melalui jalur biosintesis asam asetat mevalonat dan turunan fenil propanoid yang merupakan senyawa aromatik, terbentuk melalui jalur biosintesis asam sikimat. Terpenoid berasal dari suatu unit senyawa sederhana yang disebut sebagai isoprena. Sementara fenil profana terdiri dari gabungan inti benzana (fenil) dan propana (Setyawan, 2015, hlm. 102).

Adapun sifat-sifat minyak atsiri adalah sebagai berikut:

- Memiliki bau khas, umumnya bau ini mewakili bau tanaman asalnya.
- Memiliki rasa getir, berasa tajam, menggigit, memberi rasa hangat sampai panas atau justru dingin ketika di kulit, tergantung dari jenis komponen penyusunnya.
- Tidak dapat bercampur dengan air, tetapi dapat memberikan baunya pada air walaupun kelarutannya sangat kecil.

Minyak atsiri dapat diperoleh atau diisolasi dengan destilasi uap dari rhizoma jahe kering. Tanaman jahe mengandung minyak atsiri 0,6% - 3%, pada jahe merah kandungan minyak atsiri 2,58% - 3,9% yang terdiri dari α -pinen, β -phellandren, borneol, limonene, linalool, citral, nonylaldehyde, decylaldehyde, methyleptonen, 1,8 sineol, bisabilen, 1- α -curcumin, farnese, humulen, 60% zingiberen, dan zingiberole menguap (Setyawan, 2015, hlm. 21).

Zingiberin ($C_{15}H_{24}$) adalah senyawa paling utama dalam minyak jahe. Senyawa ini memiliki titik didih 34°C pada tekanan 44 mm, dengan berat

jenis pada 20°C adalah 0,8684. Indeks biasanya 1,4956 dan putaran optik 73°38' pada suhu 20°C. Selama penyimpanan *zingiberence* akan mengalami resinifikasi. Sementara itu zingiberol merupakan *seskwiterpen alcohol* ($C_{15}H_{26}O$) yang menyebabkan aroma khas pada minyak jahe.

Tabel 2.1 Komposisi zat gizi jahe (*Zingiber officinale*)

Komponen	Jumlah	
	Jahe Segar (bb)	Jahe Kering (bk)
Energi (KJ)	184,0	1424,0
Protein (g)	1,5	9,1
Lemak (g)	1,0	6,0
Karbohidrat (g)	10,1	70,8
Kalsium (mg)	21	116
Phospat (mg)	39	148
Besi (mg)	4,3	12
Vitamin A (SI)	30	147
Thiamin (mg)	0,02	-
Niasin (mg)	0,8	5
Vitamin C (mg)	4	-
Serat kasar (g)	7,53	5,9
Total abu (g)	3,70	4,8
Magnesium (mg)	-	184
Natrium (mg)	6,0	32
Kalium (mg)	57,0	1342
Seng (mg)	-	5

Sumber: Koswara (1995).

4. Efek Farmakologi Jahe Merah

Jahe merah juga memiliki efek farmakologi, yaitu antara lain:

- a. Peluruh dahak atau obat batuk, peluruh keringat, peluruh haid, pencegah mual, dan penambah nafsu makan.
- b. Antiseptik, *circulatory stimulant*, *diaphoretic*, *peripheral vasodilator*.
- c. Membuang angin, memperkuat lambung, memperbaiki pencernaan, dan menghangatkan badan.
- d. Obat *karminatifa*, *diapiretika*, dan *stimulansia* dengan dosis pemakaian 0,5 gram sampai 1,2 gram.
- e. Minyak atsirinya juga mempunyai efek antiseptik, antioksidan, dan mempunyai aktivitas terhadap bakteri dan jamur .
- f. Secara tradisional digunakan untuk obat sakit kepala, gangguan saluran pencernaan, stimulansia, diuretik, rematik, menghilangkan rasa sakit, mabuk perjalanan, dan sebagai obat luar untuk mengobati gatal-gatal akibat gigitan serangga, keseleo, bengkak, serta memar.
- g. Berbagai penelitian juga menyebutkan bahwa jahe memiliki efek antioksidan dan antikanker.
- h. Ekstrak jahe memberi efek positif terhadap respons proliferasi dan sitolitik limfosit, selain itu ekstrak etanol jahe segar secara *in vitro* meningkatkan proliferasi splenosit dan menurunkan tingkat kematian sel.
- i. Jahe juga mengandung bahan antioksidan diantaranya senyawa flavonoid dan polifenol, asam oksalat, dan vitamin C. Antioksidan ini dapat membantu menetralkan efek merusak yang disebabkan oleh radikal bebas dalam tubuh.
- j. Melindungi sistem pencernaan dengan menurunkan keasaman lambung dan menghambat terjadinya iritasi pada saluran pencernaan, hal ini karena jahe mengandung senyawa aseton dan methanol.
- k. Jahe mengandung senyawa *cineole* dan *arginine* yang memiliki manfaat memperkuat daya tahan sperma (Setyawan, 2015, hlm.22).

5. Manfaat Jahe Merah

Jahe merah berbeda dengan jahe pada umumnya, terutama karena memiliki warna ungu berkat kandungan antosianin di kulitnya. Pengobatan tradisional Indonesia sudah terbiasa dengan menjadikan jahe merah sebagai tanaman herba yang mengandung banyak manfaat untuk kesehatan (Alodokter, 2016).

Di Indonesia, jahe merah dipercaya efektif untuk mengatasi rasa nyeri akibat radang sendi. Sebuah penelitian pada hewan mencoba untuk mengetahui seberapa efektif peran ekstrak jahe merah untuk meredakan peradangan baik yang bersifat kronis maupun akut. Hasil penelitian tersebut menemukan bahwa ekstrak jahe merah memiliki potensi untuk menekan proses peradangan yang bersifat akut maupun kronis (Alodokter, 2016).

Sebuah penelitian tahun 2007 dan 2015 pada hewan menemukan bahwa jahe adalah obat yang efektif untuk diare yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli*. Jahe bekerja dengan cara memblokir bakteri beracun yang menyebabkan diare dan mencegah cairan menumpuk di dalam usus. Jahe memiliki efek antidiare pada tubuh (Syah, 2017).

Jahe merah banyak diresepkan para herbalis sebagai salah satu obat asma. Menurut dr. Suwijyo Pramono Dosen Fakultas Farmasi UGM, efek antihistamin pada jahe merah yang dapat meredakan asma (Setyawan, 2015, hlm. 30). Adapun komponen jahe merah paling utama adalah gingerol yang bersifat antikoagulan. Fungsi gingerol yaitu mencegah penggumpalan darah, sehingga pembuluh darah tidak akan tersumbat. Seperti kita ketahui bahwa penyumbatan pembuluh darah merupakan penyebab utama stroke dan serangan jantung (Setyawan, 2015, hlm. 34). Selain itu jahe merah sering dimanfaatkan sebagai bahan baku obat herbal karena aromanya yang sangat tajam. Khasiatnya antara lain membuat lambung menjadi nyaman, mengeluarkan angin, serta melawan pilek dan flu (Setyawan, 2015, hlm. 34).

C. Tinjauan Tentang Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan menekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang diperoleh diperlukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Setyawan, 2015, hlm. 87).

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan (Mukhriani, 2014). Ekstraksi merupakan salah satu cara pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu bahan yang merupakan sumber dari komponen tersebut (Setyawan, 2015, hlm. 113).

Beberapa proses ekstraksi yang bahannya berasal dari tumbuhan adalah sebagai berikut:

1. Pengelompokan bagian tumbuhan (daun, bunga, dll), pengeringan dan penggilingan bagian tumbuhan.
2. Pemilihan pelarut.
3. Pelarut polar: air, etanol, methanol, dan sebagainya.
4. Pelarut semipolar: etil asetat, diklorometan, dan sebagainya.
5. Pelarut non polar: n-heksan, petroleum eter, kloroform, dan sebagainya.

(Mukhriani, 2014).



Gambar 2.2. Ekstraksi, Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018.

Adapun jenis-jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan sebagai berikut:

1. Metode Maserasi

Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Metode maserasi memiliki kerugian yaitu dalam prosesnya memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Namun dengan metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014).

2. Metode *Ultrasound – Assisted Solvent Extraction*

Metode ini merupakan metode maserasi yang dimodifikasi dengan menggunakan bantuan ultrasound (sinyal dengan frekuensi tinggi, 20 kHz). Dalam metode ini wadah yang berisi serbuk sampel ditempatkan dalam wadah ultrasonic dan ultrasound. Hal ini dilakukan untuk memberikan tekanan mekanik pada sel sehingga menghasilkan rongga pada sampel. Kerusakan sel dapat menyebabkan peningkatan kelarutan senyawa dalam pelarut dan meningkatkan hasil ekstraksi (Mukhriani, 2014).

3. Metode Soxhlet

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu reflux. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Metode ini juga memiliki kerugian yaitu senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih (Mukhriani, 2014).

4. Metode *Reflux dan Destilasi Uap*

Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu (Mukhriani, 2014).

5. Metode Perkolasi

Pada metode perkolasi ini, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Metode ini memiliki keuntungan yaitu sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Selain itu metode ini juga memiliki kerugian yaitu jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Adapun metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu (Mukhriani, 2014).

D. Tinjauan Tentang Bakteri *Escherichia coli*

1. Pengertian Bakteri

Bakteri (*bacterium*) yang berarti relatif sederhana atau organisme bersel satu (*uniseluler*). Karena materi genetik bakteri tidak ditutupi oleh membran plasma, bakteri disebut (pro-kar'e-ots) berasal dari kata Yunani yang berarti *prenu* di Yellocleus. Bakteri dan archae termasuk prokariota. Bakteri dapat membentuk pasangan, rantai, kelompok, atau sebuah formasi. Bakteri dikelilingi oleh dinding sel yang sebagian besar tersusun dari karbohidrat dan protein yang disebut peptidoglikan (Tortora, 2013).

Bakteri tidak mempunyai klorofil, berkembangbiak dengan pembelahan sel atau biner. Karena tidak mempunyai klorofil, bakteri hidup sebagai jasad yang saprofitik ataupun sebagai jasad yang parasitik. Tempat hidupnya tersebar dimana-mana, yaitu di udara, di dalam tanah, di dalam air, pada bahan-bahan, pada tanaman ataupun pada tubuh manusia atau hewan (Putri dkk, 2017). Bakteri merupakan organisme uniseluler, prokariotik (nukleoid), tidak berklorofil, saprofit atau parasit, pembelahan biner, dan termasuk protista (Hartati, 2012, hlm.9). Bakteri adalah mikroorganisme bersel tunggal yang panjangnya beberapa mikrometer dan memiliki morfologi dari berupa tongkat (basil), kokus sampai bentuk spiral, populasi bakteri dalam 1 gram tanah mencapai 40 juta sel bakteri dan pada 1 ml air jernih dapat mengandung satu

juta sel bakteri, hidupnya berinteraksi dengan lingkungan dan makhluk hidup lainnya dapat bersifat simbiosis mutualistik dapat juga bersifat parasitik sebagai patogen (Subandi, 2010, hlm. 54).

a. Ciri-ciri Bakteri

Bakteri merupakan organisme dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Prokariot.
- 2) Sel tunggal, mikroorganisme mikroskopik (kekecualian ada dua yang ditemukan dengan ukuran yang hampir dapat dilihat dengan mata telanjang, yaitu *Epulopiscium fishelsoni* suatu bakteri berbentuk batang dengan diameter 80 μm dan panjang 200-600 μm dan *Thiomargarita namibiensis* suatu bakteri berbentuk sferik atau lensa dengan diameter 100-750 μm .
- 3) Umumnya berukuran lebih kecil daripada sel eukariot.
- 4) Sangat kompleks meskipun ukurannya kecil

(Subandi, 2010, hlm. 68).

b. Morfologi Bakteri dan Ukuran Bakteri

Pada umumnya ukuran tubuh bakteri sangat kecil, umumnya bentuk tubuh bakteri baru dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1.000 X atau lebih. Satuan ukuran tubuh bakteri adalah mikrometer atau mikron. Satu mikron sama dengan 1/1.000 milimeter. Lebar tubuh umumnya antara 1 sampai 2 mikron, sedang panjangnya antara 2 sampai 5 mikron. Bakteri berbentuk kokus ada yang berdiameter 0,5 μ , ada pula yang berdiameter sampai 2,5 μ . Sedangkan bakteri berbentuk basil ada yang lebarnya 0,2 μ sampai 2,0 μ . Ukuran-ukuran yang menyimpang dari tersebut di atas cukup banyak pula. Oleh karena itu, pengukuran besar kecilnya bakteri perlu didasarkan pada standar yang sama (Waluyo, 2005, hlm.191).

Morfologi bakteri dapat dibedakan menjadi dua yaitu morfologi makroskopik (morfologi koloni) yaitu bentuk bakteri dengan mengamati karakteristik koloninya pada lempeng agar dan morfologi mikroskopik

(morfologi seluler) yaitu karakteristik bakteri yang dilihat melalui pengamatan di bawah mikroskop (Putri dkk, 2017).

Menurut Entjang (2003) secara umum bakteri mempunyai empat macam bentuk, yaitu:

1) Bentuk *Coccus* (Kokus)

Coccus merupakan bakteri sferik (lensa) atau oval yang memiliki beberapa rangkaian yang didasarkan pada belahannya hasil pembelahan sel (Subandi, 2010, hlm. 69). Bentuknya bulat seperti peluru, sehubungan dengan cara pembelahannya dan susunannya setelah pembelahan dibagi dalam:

a) *Diplococcus*

Yaitu *coccus* yang membelah diri kesatu arah dan setelah pembelahannya tetap berkelompok dua-dua.

Misalnya: *Diplococcus pneumonia*, *Neisseria gonorrhoea*, dan *Neisseria meningitidis*.

b) *Streptococcus*

Yaitu *coccus* yang membelah diri kesatu arah, dimana setelah pembelahannya tetap tidak berpecah, menyerupai rantai.

Misalnya: *Streptococcus pyogenes*.

c) *Tetracoccus* (*Gaffkya*)

Yaitu *coccus* yang membelah dari kedua arah dan setelah pembelahannya tetap berkelompok empat-empat.

Misalnya: *Gaffkya tetragena*.

d) *Sarcina*

Yaitu *coccus* yang membelah diri ketiga arah yang mempunyai sudut 90° (sembilan puluh derajat), dimana setelah pembelahannya tetap berkelompok menyerupai kubus, 8 (delapan) cocci.

Misalnya: *Sarcina lutea*.

e) *Staphylococcus*

Yaitu *coccus* yang membelah diri ke arah yang tidak teratur, kemudian berkelompok menyerupai buah anggur.

Misalnya: *Staphylococcus pyogenes*.

(Entjang, 2003, hlm. 63-64).

2) Bentuk *bacillus* (batang)

Basil merupakan bakteri yang berbentuk batang. Basilli, semuanya dibagi menjadi dalam satu belahan yang menghasilkan basil, rangkaian streptobasillus atau kokobasil.

Misalnya: *Clostridium tetani*, *Mycobacterium tuberculosis*, dan *Pasteurella pestis*.

3) Bentuk *vibrio* (koma)

Berupa batang yang bengkok.

Misalnya: *Vibrio cholera*, *Vibrio El Tor*.

4) Bentuk *spirillum* (spiral)

Berupa batang yang melilit.

Misalnya: *Treponema pallida*, *Treponema pertinue*, dan *Spirillum minus*.

(Entjang, 2003, hlm. 64).

c. Struktur Sel Bakteri

Struktur sel bakteri biasanya terusun oleh:

1) Dinding Sel Peptidoglikan

Pada bakteri jelas adanya dinding sel yang terpisah dari protoplasmanya. Hal ini dapat dibuktikan dengan proses plasmolysa. Dinding sel yang kaku dan kuat menyebabkan bakteri mempunyai bentuk yang tetap dan terlindung dari pengaruh buruk dari luar. Karena dinding sel bersifat lebih kaku, maka dengan menempatkan bakteri dalam larutan hipertonis, protoplasma akan mengerut dan terlepas dari dinding sel, sehingga dinding sel akan jelas terlihat (Entjang, 2003, hlm. 66).

Bacteria atau eubacteria memiliki dinding sel yang mengandung molekul kompleks semi-kaku dan rajutan ketat yang dinamakan peptidoglikan. Peptidoglikan juga disebut dengan murein merupakan polimer yang berisi untaian saling mengunci dari monomer peptidoglikan yang identik. Monomer peptidoglikan mengandung dua

hubungan gula amino, asam N-acetylglucosamine (NAG) dan N-acetylmuramic (NAM), dengan tetrapeptida. Fungsi peptidoglikan adalah untuk mencegah lisis osmosis. Agar bakteri dapat meningkatkan ukurannya yang diikuti pembelahan biner, hubungan pada peptidoglikan harus dipecah, monomer peptidoglikan baru harus disisipkan dan hubungan lintas peptida harus disambung lagi. Sintesis peptidoglikan baru terjadi pada belahan sel hasil pembelahan dengan cara mengumpulkan mesin pembelah sel yang disebut dengan divisom. Sebagian besar bakteri dapat ditempatkan ke dalam salah satu dari tiga kelompok yang didasarkan pada warnanya setelah melalui prosedur pewarnaan khusus, yaitu: gram positif, gram negatif, dan tahan asam (Subandi, 2010, hlm. 75-77)

- a) Gram positif: menahan pewarna awal kristal violet selama prosedur pewarnaan gram dan terlihat ungu apabila diamati pada mikroskop. Contoh bakteri gram positif, yaitu: *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, dan *Clostridium sp* (Subandi, 2010, hlm. 77).
- b) Gram negatif: pelunturan warna selama prosedur pewarnaan gram, memunculkan warna lawan safranin dan terlihat merah muda saat diamati pada mikroskop. Contoh bakteri gram negatif: *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Neisseria meningitides*, *Haemophilus influenzae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus sp*, dan *Pseudomonas aeruginosa* (Subandi, 2010. hlm. 78).
- c) Tahan asam: tahan peluntur warna dengan campuran asam alkohol selama prosedur pewarnaan tahan asam, menahan pewarna awal carbolfuchsin dan tampak merah bila diamati pada mikroskop. Contoh bakteri tahan asam, yaitu: *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium leprae*, *Mycobacterium avium-intracellulare* (Subandi, 2010, hlm. 78).

2) Membran Sitoplasma

Membran sitoplasma, juga dikenal dengan membran sel atau membran plasma, dengan ketebalan sekitar 7 nanometer (nm) ($1\text{nm} = 1/1.000.000.000\text{ m}$). Membran sitoplasma terletak di bagian dalam dinding sel dan membungkus sitoplasma dari bakteri (Subandi, 2010, hlm. 74).

3) Protoplasma

Protoplasma merupakan zat hidup dari sel. Terdapat dalam lingkungan dinding sel. Terutama terdiri atas protein (Subandi, 2003, hlm. 66).

4) Nukleus

Adanya inti pada bakteri dapat dilihat dengan mikroskop elektron, ini merupakan daerah yang tidak tembus cahaya elektron dan di dalamnya terkandung asam deoksiribonukleat (ADN). Inti bakteri tidak memiliki membran sehingga termasuk dalam organisme prokariotik (Putri dkk, 2017, hlm. 23).

5) Kapsul

Selaput lendir yang membungkus seluruh permukaan bakteri dan merupakan bagian dari sel bakteri disebut kapsul. Menurut Klieneberger-Nobel kapsul mempunyai bentuk tertentu sesuai dengan bentuk bakterinya, sedangkan zat lendir merupakan zat amorph, diaman semakin jauh letaknya dari badan bakteri kadarnya akan semakin rendah (Entjang, 2003, hlm. 68).

6) Flagel

Salah satu sifat bakteri adalah sifat dapat bergerak. Alat gerak bakteri adalah flagel (bulu cambuk).

Flagel ini mempunyai ukuran:

- Panjang: 1 – 70 mikron
- Tebal: 12 – 15 milimikron

1 milimikron = $1/1.000$ mikron

Umumnya bakteri-bakteri berbentuk batang mempunyai flagel (dapat bergerak) (Entjang, 2003, hlm. 69).

7) Pili (Fimbriae)

Pili merupakan tabung protein yang tipis berasal dari membran sitoplasma dan ditemukan pada bakteri gram negatif, tetapi tidak ada pada bakteri gram positif. Pili memiliki tangkai tersusun oleh protein yang disebut pilin. Di ujung tangkai merupakan struktur ujung penyerap yang memiliki hubungan bentuk dengan glikoprotein spesifik atau reseptor glikolipid pada sel inang (Subandi, 2010, hlm. 87).

Terdapat dua tipe dasar dari pili:

- Pili penempel pendek, juga dikenal dengan fimbriae.
- Pili konjugasi panjang, juga disebut “F” atau pili seks.

d. Reproduksi Bakteri

Bakteri melakukan reproduksi melalui suatu proses yang disebut pembelahan biner, dimana sel induk membelah menjadi dua sel dan seterusnya. Hal ini menyebabkan laju pertumbuhan bakteri mengikuti pertumbuhan logaritme, yaitu satu bakteri akan menghasilkan 1 bakteri dalam 4 generasi. Rata-rata waktu pembelahan bakteri bisa sangat bervariasi (misalnya: 20 menit untuk *Escherichia coli*, 24 jam untuk *Mycobacterium tuberculosis*), makin pendek waktu pembelahan, makin cepat laju pertumbuhannya. Faktor lain yang mempengaruhi waktu pembelahan antara lain: jumlah nutrient, suhu, dan pH lingkungan (Putri dkk, 2017, hlm. 30-31).

e. Siklus Pertumbuhan Bakteri

Menurut Putri dkk, hlm. 31 (2017) siklus pertumbuhan pada bakteri mengalami 4 fase yaitu:

1) Fase Lag

Dapat berlangsung selama 5 menit sampai beberapa jam karena bakteri tidak akan segera membelah diri tetapi mengalami periode adaptasi, dengan sejumlah aktivitas metabolik.

2) Fase Log (Logaritme, eksponensial)

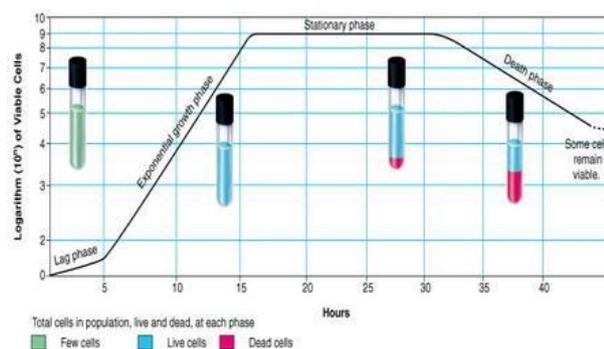
Pada saat ini terjadi pembelahan sel yang amat cepat, yang ditentukan oleh kondisi lingkungan.

3) Fase Stasioner

Fase ini dialami ketika jumlah nutrisi menurun dengan cepat atau terbentuknya produk-produk racun yang dapat menyebabkan pertumbuhan melambat hingga jumlah sel baru yang dihasilkan seimbang dengan jumlah sel yang mati. Pada saat ini bakteri mencapai kepadatan sel maksimal.

4) Fase Penurunan atau Fase Kematian

Yang ditandai dengan menurunnya jumlah bakteri hidup.



Gambar 2.3. Kurva Pertumbuhan Bakteri, Sumber: (Kimiafi, 2017).

f. Media Pertumbuhan Bakteri

Media pertumbuhan mikroorganisme adalah suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi (nutrient) yang digunakan oleh suatu mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembangbiak pada media tersebut. Mikroorganisme memanfaatkan nutrisi pada media berupa molekul-molekul kecil yang dirakit untuk menyusun komponen selnya. Media pertumbuhan juga bisa digunakan untuk mengisolasi mikroorganisme, identifikasi, dan membuat kultur murni. Komposisi media pertumbuhan dapat dimanipulasi untuk tujuan isolasi dan identifikasi mikroorganisme tertentu sesuai dengan tujuan masing-masing pembuatan suatu media. Media adalah suatu bahan yang

terdiri dari campuran zat-zat hara (nutrient) yang berguna untuk membiakkan mikroba. Dengan mempergunakan bermacam-macam media dapat dilakukan isolasi, perbanyakan, pengujian sifat-sifat fisiologis, dan perhitungan jumlah mikroba (Putri dkk, 2017, hlm. 33).

Berikut ini beberapa media yang sering digunakan secara umum dalam mikrobiologi:

1) *Lactose Broth*

Lactose Broth digunakan sebagai media untuk mendeteksi kehadiran koliform dalam air, makanan, dan produk susu, sebagai kaldu pemer kaya (*pre-enrichment broth*) untuk *Salmonellae* dan dalam mempelajari fermentasi laktosa oleh bakteri pada umumnya. Pepton dan ekstrak beef menyediakan nutrisi esensial untuk metabolisme bakteri. Laktosa menyediakan sumber karbohidrat yang dapat difermentasi untuk organisme koliform (Putri dkk, 2017, hlm. 36).

2) EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*)

Media *Eosin Methylene Blue* mempunyai keistimewaan mengandung laktosa dan berfungsi untuk memilah mikroba yang memfermentasikan laktosa seperti *Staphylococcus aureus* dan *Salmonellae*. Mikroba yang memfermentasi laktosa menghasilkan koloni dengan inti berwarna gelap dengan kilap logam. Sedangkan mikroba lain yang dapat tumbuh koloninya tidak berwarna (Putri dkk, 2017, hlm. 36).

3) *Nutrient Agar*

Nutrient Agar adalah medium untuk uji air dan produk dairy. NA juga digunakan untuk pertumbuhan mayoritas dari mikroorganisme yang tidak selektif, dalam arti mikroorganisme heterotrof. Media ini merupakan media sederhana yang dibuat dari ekstrak beef, pepton, dan agar. NA merupakan salah satu media yang umum digunakan dalam prosedur bakteriologi seperti uji air basa, uji air limbah, produk pangan, untuk membawa stok kultur, untuk pertumbuhan sampel pada uji bakteri, dan untuk mengisolasi organisme dalam kultur murni (Putri dkk, 2017, hlm. 36).

4) *Nutrient Broth*

Nutrient Broth merupakan media untuk mikroorganisme yang berbentuk cair. Intinya sama dengan *nutrient agar* (Putri dkk, 2017, hlm. 36).

5) *MRSA (de Mann Rogosa Sharpe Agar)*

MRSA merupakan media yang diperkenalkan oleh De Mann, Rogosa, dan Shape (1960) untuk memperkaya, menumbuhkan, dan mengisolasi jenis *Lactobacillus* dari seluruh jenis bahan. MRS agar mengandung polysorbat, asetat, magnesium, dan mangan yang diketahui untuk beraksi/bertindak sebagai faktor pertumbuhan bagi *Lactobacillus*, sebaik nutrient diperkaya (Putri dkk, 2017, hlm. 37).

6) *Trypticase Soy Broth (TSB)*

TSB adalah media broth diperkaya untuk tujuan umum, untuk isolasi, dan penumbuhan bermacam mikroorganisme. Media ini banyak digunakan untuk isolasi bakteri dari spesimen laboratorium dan akan mendukung pertumbuhan mayoritas bakteri patogen. Media TSB mengandung kasein dan pepton kedelai yang menyediakan asam amino dan substansi nitrogen lainnya yang membuatnya menjadi media bernutrisi untuk bermacam mikroorganisme (Putri dkk, 2017, hlm. 37).

7) *Plate Count Agar (PCA)*

PCA digunakan sebagai medium untuk mikroba aerobik dengan inokulasi di atas permukaan. Media PCA ini baik untuk pertumbuhan total mikroba (semua jenis mikroba) karena di dalamnya mengandung komposisi casein enzymic hydrolysate yang menyediakan asam amino dan substansi nitrogen kompleks lainnya serta ekstrak yeast mensuplai vitamin B kompleks (Putri dkk, 2017, hlm. 37).

8) *Potato Dextrose Agar (PDA)*

Media PDA juga dapat digunakan untuk menumbuhkan atau mengidentifikasi ragi atau kapang. Kemudian dapat juga digunakan untuk enumerasi ragi dan kapang dalam suatu sampel atau produk makanan. Media PDA cocok untuk pertumbuhan jamur. PDA

mengandung sumber karbohidrat dalam jumlah cukup yaitu terdiri dari 20% ekstrak kentang dan 2% glukosa sehingga baik untuk pertumbuhan kapang dan khamir tetapi kurang baik untuk pertumbuhan bakteri (Putri dkk, 2017, hlm. 37).

g. Klasifikasi Bakteri

Klasifikasi bakteri dapat didasarkan pada beberapa jenis penggolongan, misalnya :

Klasifikasi Bakteri Patogen

Bergey's Manuel ed. 8 terakhir membagi Prokariota dalam 4 divisi utama, berdasarkan ciri khas dinding selnya yaitu :

Klasifikasi Berdasarkan Genetika

- I. Gracilicutes : Bakteri Gram Negatif
- II. Firmicutes : Bakteri Gram Positif
- III. Tenericutes : Bakteri tanpa dinding sel
- IV. Archaeobacteria

(Putri dkk, 2017, hlm. 11).

Klasifikasi Berdasarkan Genetika

Perkembangan-perkembangan dalam biologi molekuler memungkinkan diperolehnya informasi mengenai kekerabatan organisme-organisme pada tingkat genetik berdasarkan :

- I. Komposisi basa DNA
- II. Homologi sekuens DNA dan RNA Ribosoma
- III. Pola-pola metabolisme stabil yang dikontrol oleh gen
- IV. Polimer-polimer pada sel
- V. Struktur organel dan pola regulasinya

Klasifikasi Berdasarkan Ekspresi Fenotipe :

- I. Morfologi Sel
- II. Morfologi Koloni
- III. Sifat Terhadap Pewarnaan
- IV. Reaksi Pertumbuhan

V. Sifat Pertumbuhan

Klasifikasi Berdasarkan Bentuk Sel :

- I. Bentuk Bulat (*coccus*)
- II. Bentuk Batang
- III. Bentuk Spiral
- IV. Bentuk Vibrio

Klasifikasi Terhadap Sifat Pewarnaan :

- I. Pewarnaan Sederhana
- II. Pewarnaan Diferensial
- III. Pewarnaan Khusus

Klasifikasi Berdasarkan Sifat Pertumbuhan :

- I. Aerob
- II. Anaerob
- III. Mikroaerofilik

Klasifikasi Berdasarkan Metabolisme :

- I. Bakteri Autotrophik
- II. Bakteri Heterotrophik

(Putri dkk, 2017, hlm. 11-12).

h. Metode Inokulasi Bakteri

1) Metode Tuang

Media TSA atau KNA dituangkan pada cawan petri yang bersuhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Cawan petri diputar ke arah kanan dan ke kiri. Media dibiarkan mengeras, selanjutnya paper disk ditetesi dengan bakteri uji. Biarkan meresap lalu angkat dan masukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi inokulum pathogen. Diinkubasi dalam inkubator selama 24-48 jam dengan posisi terbalik (Seniati dkk, 2017).

2) Metode Sebar

Media TSA atau KNA dikultur dengan metode sebar. Menggunakan stik kaca untuk penyebarannya. Kemudian paper disk ditetesi dengan biakkan bakteri uji. Biarkan meresap lalu angkat dan masukkan ke dalam

cawan petri yang telah berisi inokulum pathogen. Diinkubasi dalam inkubator selama 24-48 jam dengan posisi terbalik (Seniati dkk, 2017).

3) Metode Gores

Media TSA atau KNA dikultur dengan metode gores. Menggunakan cotton swab untuk penyebarannya. Kemudian paper disk ditetesi dengan biakkan bakteri uji. Biarkan meresap lalu angkat dan masukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi inokulum pathogen. Diinkubasi dalam inkubator selama 24-48 jam dengan posisi terbalik (Seniati dkk, 2017).

2. Bakteri *Escherichia coli*

a. Pengertian *Escherichia coli*

Escherichia coli ditemukan oleh Escherich tahun 1885. Bakteri ini berbentuk batang, gram negatif, fakultatif aerob, tumbuh baik pada media sederhana. Dapat melakukan fermentasi laktosa dan fermentasi glukosa, serta menghasilkan gas. *Escherichia coli* merupakan flora normal, hidup komensal di dalam colon manusia dan diduga membantu pembuatan vitamin K yang penting untuk pembekuan darah. *Escherichia coli* digunakan untuk menilai tentang baik tidaknya persediaan air untuk keperluan rumah tangga. Indikator yang paling baik untuk menunjukkan bahwa air rumah tangga sudah dikotori feses adalah dengan adanya *Escherichia coli* dalam air tersebut, karena dalam feses manusia, baik sakit maupun sehat terdapat bakteri ini. Dalam 1 gram feses terdapat sekitar 100 juta *Escherichia coli* (Entjang, 2003, hlm. 103-104).

Escherichia coli adalah spesies bakteri Escherichia yang pada umumnya berdiam pada saluran usus manusia yang merupakan organisme paling dikenal dalam mikrobiologi. *Escherichia coli* sering menjadi objek untuk penelitian biologi dasar dan banyak peneliti menganggapnya sebagai hewan peliharaan laboratorium. Keberadaannya di dalam air atau makanan merupakan indikasi kontaminasi tinja. *Escherichia coli* biasanya tidak bersifat patogen, namun bisa menjadi penyebab infeksi saluran kemih dan diare (Tortora, 2013, hlm.3-4).

b. Klasifikasi

Adapun klasifikasi dari bakteri *Escherichia coli* sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Protobacteria
Class : Gammaprotobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Species : *Escherichia coli*

(Itis, 2017)



Gambar 2.4. Bakteri *Escherichia coli*, Sumber: jabar.tribunnews.com

c. Morfologi

Escherichia coli dari anggota family *Enterobacteriaceae*. Ukuran sel dengan panjang 2,0 – 6,0 μm dan lebar 1,1 – 1,5 μm . Bentuk sel dari bentuk seperti coocal hingga membentuk sepanjang ukuran filamentous. Tidak ditemukan spora, *Escherichia coli* batang gram negatif. Selnya bisa terdapat tunggal, berpasangan, dan dalam rantai pendek, biasanya tidak berkapsul, bakteri ini aerobik dan dapat juga aerobik fakultatif. *Escherichia coli* merupakan bakteri penghuni normal usus, seringkali menyebabkan infeksi (Zakki, 2015, hlm. 21).

d. Jenis-jenis Bakteri *Escherichia coli*

Jenis-jenis bakteri *Escherichia coli* antara lain:

1) *E.coli* Enterotoksigenik (ETEC)

Penyebab diare yang sering terjadi pada bayi dan wisatawan di negara-negara berkembang atau daerah dengan sanitasi yang buruk. Penyakit ini bervariasi dari ketidaknyamanan ringan hingga sindrom kolera yang parah. ETEC dapat berasal setelah kita mengonsumsi makanan dan air yang terkontaminasi. Penyakit ini membutuhkan kolonisasi dan elaborasi satu atau lebih enterotoksin. Gejala infeksi ETEC yaitu diare tanpa demam. Bakteri ini menjajah saluran pencernaan dengan cara adhesin fimbrial.

2) *E.coli* Enteroinvasif (EIEC)

Menyebabkan penyakit yang sangat mirip dengan Shigella dalam mekanisme patogenik dan jenis penyakit klinis yang mereka hasilkan. EIEC menembus dan berkembang biak dalam sel epitel kolon sehingga menyebabkan kerusakan sel secara luas. Sindrom klinis identik dengan Shigella disentri dan termasuk diare disentri dengan demam. Sumber utama untuk EIEC adalah manusia yang terinfeksi.

3) *E.coli* Enteropatogenik (EPEC)

Menyebabkan diare yang berair, kadang-kadang berdarah. EPEC adalah penyebab utama diare pada anak-anak di negara berkembang. Wabahnya telah dikaitkan dengan konsumsi air minum yang terkontaminasi serta beberapa produk daging. Diare dan gejala infeksi EPEC lainnya mungkin disebabkan oleh invasi bakteri sel pejamu dan gangguan dengan transduksi sinyal seluler normal, bukan oleh produksi racun.

4) *E.coli* Enteroagregatif (EAEC)

Menyebabkan diare pada anak-anak. EAEC menyerupai strain ETEC dalam bakteri yang melekat pada mukosa usus dan menyebabkan diare tanpa berdarah atau tanpa menyebabkan peradangan. Ciri khas

dari strain EAEC adalah kemampuannya untuk melekat pada sel kultur jaringan secara agregat.

5) *E.coli* *Enterohemoragik* (EHEC)

Penyebab utama dari *hemorrhagic colitis* atau diare berdarah, yang kemudian dapat berkembang menjadi sindrom *uremik hemolitik* yang berpotensi fatal. EHEC ditandai oleh produksi racun verotoxin atau Shiga. Infeksi EHEC sebagian besar terdapat pada makanan atau air yang setengah matang, daging sapi mentah, susu mentah, sandwich dingin, jus apel dan sayuran yang tidak dipasteurisasi.

(Todar dkk, 2008).

e. Infeksi Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli teridentifikasi sebagai agen penyebab penyakit disentri, seperti kolera dan diare (Anderson, 2007, hlm. 627). *Escherichia coli* normalnya terdapat dalam kolon manusia dan strain patogenik ini normalnya tidak berbeda dari strain nonpatogenik dalam morfologi koloni (Mandal dkk, 2008, hlm. 148).

Escherichia coli dapat menimbulkan pneumonia, endocarditis, infeksi pada luka-luka, dan abses pada berbagai organ. *Escherichia coli* merupakan penyebab utama meningitis pada bayi yang baru lahir dan penyebab infeksi tractus urinarius. Strain (jenis) *enteropathogenic Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit diare pada anak-anak. Pencegahan penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Escherichia coli* dapat dilakukan dengan cara pemakaian antibiotik secara tepat, tindakan antiseptik yang benar (Entjang, 2003, hlm. 104-105).

E. Tinjauan Tentang Diare

Diare dapat didefinisikan sebagai peningkatan jumlah feses yang berlangsung selama kurang dari 14 hari, jika lebih dari satu bulan disebut diare kronis. Gejala-gejala yang dapat terjadi biasanya adalah kram, demam, feses berdarah, dan tenesmus (sensasi dorongan konstan untuk menggerakkan usus).

Penyebab diare biasanya berasal dari organisme dan mudah ditularkan melalui makanan atau minuman, susu yang tidak dipasteurisasi, ayam dan telur yang tidak matang, ikan terkontaminasi (terutama kerang mentah), serta daging sapi atau babi yang dimasak tidak sampai matang (Slaven dkk, 2007, hlm. 166-167).

Secara klinis penyebab diare dapat dikelompokkan dalam 6 golongan besar yaitu infeksi (yang disebabkan oleh bakteri, virus, atau infestasi parasit), malabsorpsi, alergi, keracunan, imunodefisiensi dan sebab-sebab lainnya (KemenKes RI, 2011). Berdasarkan etiologinya penyakit diare dapat disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan protozoa. Mikroorganisme penyebab diare terutama pada anak yang paling banyak ditemukan di negara berkembang antara lain *Escherichia coli*, *Shigella*, *Campylobacter jejuni*, dan *Cryptosporidium* (Fратиwi, 2015).

Penyebab diare terbanyak setelah rotavirus adalah *Escherichia coli*. Bakteri ini merupakan bakteri komensal, patogen intestinal dan patogen ekstra intestinal yang dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, meningitis, dan septicemia. Sebagian besar dari *Escherichia coli* berada dalam saluran pencernaan, tetapi yang bersifat patogen menyebabkan diare pada manusia. Diare yang disebabkan oleh *Escherichia coli* merupakan patogen enterik yang dapat menyebabkan dehidrasi dengan berbagai mekanisme tergantung jenis patotipenya. Jumlah koloninya dalam usus dapat mempengaruhi beratnya gejala diare (Halim dkk, 2017).

F. Tinjauan Tentang Obat Sirup

1. Sirup

Sirup merupakan larutan kental yang memiliki kadar gula tinggi terlarut dan tidak memiliki kecenderungan pengendapan kristal gula (Trisshanti & Susanto, 2016). Sirup adalah sediaan pekat dalam air dari gula atau pengganti gula dengan atau tanpa penambahan bahan pewangi dan zat obat. Sirup merupakan alat yang menyenangkan untuk pemberian suatu bentuk cairan dari suatu obat yang rasanya tidak enak. Sirup yang mengandung bahan pemberi rasa tapi tidak mengandung zat-zat obat dinamakan pembawa bukan obat atau pembawa yang

wangi/harum (sirup). Beberapa sirup bukan obat yang sebelumnya resmi (Ansel, 1985, hlm. 326).

2. Obat Sirup

Sirup obat adalah sirup yang mengandung bahan terapeutik atau bahan obat. Sirup obat dalam perdagangan dibuat dari bahan-bahan awal; yaitu dengan menggabungkan masing-masing komponen tunggal dari sirup seperti sukrosa, air murni, bahan pemberi rasa/perencah, bahan pewarna, bahan terapeutik, dan bahan-bahan lain yang perlu dan diinginkan. Setiap obat yang dapat larut dalam air dan stabil dalam larutan berair dapat ditambahkan pada sirup yang dibumbui. Penjagaan harus dilakukan untuk menjamin campurannya diantara zat obat-obatan dan unsur-unsur formulasi lainnya dari sirup. Sirup-sirup tertentu yang sudah direncah mempunyai media asam, sedangkan yang lainnya mungkin netral atau sedikit basa dan pemilihan yang tepat harus dilakukan untuk menjamin stabilitas setiap bahan obat yang ditambahkan (Ansel, 1985, hlm.327-328).

3. Komponen-komponen Sirup

Sebagian besar sirup-sirup mengandung komponen-komponen berikut disamping air murni dan semua zat-zat obat yang ada: (1) gula, biasanya sukrosa atau pengganti gula yang digunakan untuk memberi rasa manis dan kental, (2) pengawet antimikroba, (3) pembau, dan (4) pewarna. Juga banyak sirup-sirup, terutama yang dibuat dalam perdagangan, mengandung pelarut-pelarut khusus, pembantu kelarutan, pengental, dan stabilisator (Ansel, 1985, hlm. 328). Selain itu biasanya ada penambahan asam sitrat dalam pembuatan sirup atau minuman, yang bertujuan untuk memberikan rasa asam, modifikasi manisnya gula, berlaku sebagai pengawet, dan dapat mempercepat inversi gula (Trissanthi & Susanto, 2016).

4. Pengawet Antimikroba Obat Sirup

Jumlah pengawet yang dibutuhkan untuk menjaga sirup terhadap pertumbuhan mikroba berbeda-beda sesuai dengan banyaknya air yang tersedia untuk pertumbuhan, sifat dan aktivitas sebagai pengawet yang dimiliki oleh beberapa bahan formulasi (misalnya banyak dari minyak-minyak pemberi rasa yang sudah bersifat steril dan mempunyai aktivitas antimikroba), dan dengan kemampuan pengawet itu sendiri. Diantara pengawet-pengawet yang umum digunakan sebagai pengawet sirup dengan konsentrasi lazim yang efektif adalah asam benzoat (Ansel, 1985, hlm. 334).

G. Pengembangan Materi Bahan Ajar

Judul penelitian ini adalah Efektivitas Obat Sirup Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) terhadap Potensi Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. Dengan itu perlu adanya keterkaitan penelitian ini dengan kegiatan dalam pembelajaran biologi, serta perlu adanya analisis dan pengembangan materi biologi sebagai berikut:

1. Keluasan dan Kedalaman Materi

Pada penelitian ini mengenai efektivitas penggunaan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri alami, terdapat kaitannya dengan kegiatan pembelajaran biologi. Jahe merah termasuk kelompok dunia tumbuhan, dimana dunia tumbuhan dibagi menjadi tumbuhan lumut (Bryophyta), tumbuhan paku (Pteridophyta), dan tumbuhan berbiji (Spermatophyta). Tumbuhan lumut (Bryophyta) merupakan tumbuhan yang paling sederhana, tidak memiliki berkas pembuluh (xylem dan floem) atau disebut juga dengan *non-tracheophyta*. Tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan tumbuhan yang sudah memiliki berkas pembuluh (xylem dan floem) atau disebut juga dengan *tracheophyta*. Tumbuhan berbiji (Spermatophyta) merupakan tumbuhan yang alat perkembangbiakannya dapat terlihat dengan jelas.

Dalam kegiatan pembelajaran biologi, peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tumbuhan berbiji yang termasuk kedalam tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) yang terdapat dalam golongan tumbuhan berbiji

keping satu (monokotil), peserta didik mampu menjelaskan ciri-ciri, morfologi, klasifikasi, dan peranannya dalam kehidupan sehari-hari. Pada kegiatan praktikum, peserta didik diberikan tugas untuk mengidentifikasi morfologi jahe merah. Dapat disimpulkan bahwa terdapat manfaat penelitian dalam kegiatan pembelajaran biologi yaitu membantu dalam pengaplikasian salah satu kompetensi dasar dalam pembelajaran biologi pada materi tumbuhan berbiji khususnya tumbuhan biji tertutup (Angiospermae) golongan tumbuhan berbiji keping satu (monokotil).

a. Pengertian Dunia Tumbuhan (Plantae)

Tumbuhan (Plantae) merupakan organisme eukariotik (memiliki membran inti sel), multiseluler (bersel banyak), memiliki akar, batang, dan daun, memiliki dinding sel yang mengandung selulosa. Pada umumnya memiliki klorofil a dan klorofil b sehingga dapat melakukan fotosintesis serta dapat menyimpan cadangan makanan. Namun ada beberapa jenis tumbuhan yang tidak berklorofil, sehingga tidak melakukan fotosintesis.

Berdasarkan ada atau tidak adanya pembuluh angkut, tumbuhan dibedakan atas dua macam, yaitu sebagai berikut:

1. Tumbuhan yang tidak berpembuluh (*non-tracheophyta*) yaitu meliputi tumbuhan lumut (Bryophyta).
2. Tumbuhan berpembuluh (*tracheophyta*) yang meliputi tumbuhan paku (Pteridophyta) dan tumbuhan berbiji (Spermatophyta).

(Irnaningtyas, 2016, hlm. 262).

b. Pengertian Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Tumbuhan berbiji atau Spermatophyta berasal dari Bahasa Yunani yaitu *spermae* yang berarti biji dan *phyton* yang berarti tumbuhan. Spermatophyta dapat bereproduksi secara generatif dengan membentuk biji. Spermatophyta bersifat fotoautotrof karena memiliki klorofil untuk melakukan fotosintesis. Tumbuhan berbiji tergolong Cormophyta karena dapat dibedakan dengan jelas bagian-bagian tubuhnya yang meliputi akar, batang, dan daun. Spermatophyta memiliki alat perkembangbiakan generatif berupa strobilus yang dimiliki oleh

tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae), sedangkan bunga dimiliki oleh tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) (Irnaningtyas, 2016, hlm. 280-282).

c. Pengertian Tumbuhan Berbiji Tertutup (Angiospermae)

Angiospermae berasal dari Bahasa Yunani yaitu *angeion* = wadah, *sperma* = biji. Disebut juga dengan Anthophyta dari Bahasa Yunani yaitu *anthos* = bunga, *phyton* = tumbuhan. Angiospermae berkembangbiak secara generatif dengan bunga. Memiliki ciri utama yaitu bakal bijinya berada di dalam megasporofil yang termodifikasi menjadi daun buah (karpel). Tubuh Angiospermae memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi. Bunga sebagai alat reproduksi generatif tumbuh dari tunas yang mampat dengan empat lingkaran daun yang termodifikasi menjadi kelopak (sepal) yang umumnya berwarna hijau, mahkota (petal) umumnya berwarna cerah, benang sari (stamen), dan putik (karpel) (Irnaningtyas, 2016, hlm. 287-288).

d. Klasifikasi Tumbuhan Berbiji Tertutup (Angiospermae)

Tumbuhan Angiospermae dibagi menjadi dua kelas, yaitu dikotil (Magnoliopsida) dan monokotil (Liliopsida).

1) Dikotil atau Magnoliopsida

Dikotil merupakan tumbuhan biji berkeping dua. Pada bagian batang dan akar memiliki kambium sehingga terjadi pertumbuhan sekunder dan dapat tumbuh membesar. Sistem perakaran tumbuhan dikotil yaitu akar tunggang yang bercabang-cabang. Tulang daunnya menyirip atau menjari. Bagian bunga (kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari) berjumlah empat, lima, atau kelipatannya (Irnaningtyas, 2016, hlm. 290).

2) Monokotil atau Liliopsida

Monokotil merupakan tumbuhan biji keping satu. Umumnya pada bagian batang dan akar tidak memiliki kambium sehingga tidak terjadi pertumbuhan sekunder dan tidak tumbuh membesar. Sistem perakarannya yaitu akar serabut. Ujung akar dilindungi oleh koleoriza dan ujung batang dilindungi oleh koleoptil. Tulang daunnya sejajar atau melengkung dan berpelepeh daun. Bagian bunga (kelopak bunga, mahkota bunga, dan benang sari) berjumlah tiga atau kelipatan tiga (Irnaningtyas, 2016, hlm. 293).

e. Peranan Tumbuhan Berbiji Tertutup (Angiospermae)

Tumbuhan angiospermae dapat dimanfaatkan untuk menunjang dalam kehidupan manusia, antara lain sebagai makanan pokok, bahan sayuran, dan bahan obat-obatan. Namun adapun tumbuhan angiospermae yang merugikan, misalnya rumput yang tumbuh liar dapat mengganggu pertumbuhan tanaman lain dalam budidaya pertanian (Irnaningtyas, 2016, hlm. 295).

2. Karakteristik Materi Ajar

Berdasarkan kedalaman dan keluasan materi yang telah diuraikan di atas, maka dari itu materi dunia tumbuhan merupakan materi yang nyata atau konkret. Materi dunia tumbuhan dalam mempelajarinya perlu pengaplikasian langsung dalam kehidupan sehari-hari, karena materi ini berkaitan langsung dengan makhluk hidup.

Materi dunia tumbuhan dipelajari oleh peserta didik Sekolah Menengah Atas (SMA) di kelas X IPA pada semester genap. Pembahasan materi ini terdapat pada Kompetensi Dasar Pengetahuan (KD) 3.8 dan Kompetensi Dasar Keterampilan (KD) 4.8 yang merupakan acuan atau capaian untuk pembelajaran. Berikut ini Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar yang telah diterapkan oleh Permendikbud No. 24 tahun 2016 untuk SMA kelas X IPA.

Tabel 2.2 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Materi Dunia Tumbuhan

Kompetensi Inti
<ol style="list-style-type: none">1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan

Kompetensi Inti	
<p>wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p>	
Kompetensi Dasar Pengetahuan	Kompetensi Dasar Keterampilan
3.8 Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri-ciri umum, serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan.	4.8 Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan.

Berdasarkan Kompetensi Dasar (KD) 3.8 dan Kompetensi Dasar 4.8, maka dalam mempelajari materi dunia tumbuhan peserta didik dituntut agar dapat menjelaskan pengertian dunia tumbuhan, mengidentifikasi jenis-jenis tumbuhan, mengelompokkan jenis-jenis tumbuhan, dan mengidentifikasi peranan tumbuhan bagi kehidupan.

Tujuan akhir dalam pembelajaran mengenai dunia tumbuhan tidak hanya memahami konsep dan materi saja, tetapi pengaplikasian materi ini terhadap kehidupan sehari-hari.

Pada penelitian ini, yang menjadi fokus objek peneliti adalah jahe merah. Jahe merah merupakan tumbuhan rempah-rempah yang sangat berlimpah di Indonesia dan sering digunakan dalam setiap campuran makanan atau obat-obatan. Tumbuhan jahe merah termasuk kedalam tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) yang tergolong dalam tumbuhan biji keping satu (monokotil) termasuk bangsa Zingiberales dan suku Zingiberaceae.

3. Media Pembelajaran

Berdasarkan keluasan dan kedalam materi yang telah diuraikan sebelumnya, terdapat media pembelajaran dan bahan ajar yang diperlukan

selama proses kegiatan pembelajaran di kelas. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemampuan atau keterampilan si pelajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar (Ekayani, 2017). Media pembelajaran memiliki peranan penting dalam menunjang kualitas proses belajar mengajar. Media juga dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan (Purwono dkk, 2014).

Media dan bahan ajar yang digunakan diantaranya: 1) *Powerpoint*, berfungsi membantu guru memberikan penjelasan materi dunia tumbuhan di kelas dalam bentuk tulisan, gambar, ataupun video. 2) Buku dan sumber lainnya, berfungsi untuk memperkuat penjelasan konsep materi yang guru sampaikan kepada peserta didik agar tidak terjadi kesalahpahaman. 3) Lembar Kerja Peserta Didik, sebagai bahan diskusi peserta didik dalam materi dunia tumbuhan. 4) Tumbuhan dikotil dan monokotil, berfungsi sebagai contoh atau model dalam materi dunia tumbuhan agar peserta didik dapat langsung melihat jenis tumbuhan dikotil dan monokotil.

4. Strategi Pembelajaran

Menurut Dick & Carey (1985), menyatakan bahwa strategi pembelajaran adalah suatu set materi dan prosedur pembelajaran yang digunakan secara bersama-sama untuk menimbulkan hasil belajar pada siswa. Strategi pembelajaran merupakan rencana tindakan (rangkaiian kegiatan) termasuk penggunaan metode dan pemanfaatan berbagai sumber daya atau kekuatan dalam pembelajaran yang disusun untuk mencapai tujuan tertentu (Depdiknas, 2008, hlm. 3-4).

Dalam pelaksanaan proses kegiatan pembelajaran biologi ini, guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan terlebih dahulu mengelompokkan peserta didik menjadi 8 kelompok. Kemudian untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik, guru menampilkan gambar-gambar tumbuhan dalam bentuk *powepoint*, guru juga memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik mengenai gambar-gambar tumbuhan yang

telah ditampilkan pada *powerpoint*. Kemudian guru menyampaikan materi mengenai dunia tumbuhan. Selain itu agar peserta didik terlatih untuk bertanggung jawab dan disiplin dalam kelompoknya, guru menugaskan kepada peserta didik untuk mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik secara berkelompok untuk mengidentifikasi morfologi jenis-jenis tumbuhan yang telah dibawa oleh guru.

Dalam mengerjakan Lembar Kerja peserta didik diberi waktu selama 60 menit. Selama peserta didik menyelesaikan lembar kerjanya, guru tetap berkeliling untuk mengawasi dan membimbing peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Pada akhir kegiatan pembelajaran perwakilan dari setiap kelompok menyajikan hasil diskusinya dengan mempresentasikan di depan kelas.

5. Sistem Evaluasi Pembelajaran

Dalam menentukan ketercapaian sebuah tujuan pembelajaran, perlu adanya tindakan penilaian/evaluasi. Evaluasi merupakan komponen penting dan tahap yang harus ditempuh oleh guru untuk mengetahui keefektifan pembelajaran, hasil yang diperoleh dapat dijadikan balikan (*feed-back*) bagi guru dalam memperbaiki dan menyempurnakan program dan kegiatan pembelajaran (Arifin, 2012). Selain itu evaluasi pembelajaran adalah kegiatan mengevaluasi hal-hal yang dilakukan dalam proses pembelajaran meliputi perencanaan, pelaksanaan, dan proses penilaian serta dampaknya terhadap peserta didik. Evaluasi ini juga dilakukan dengan tujuan dapat memperbaiki kekurangan dalam pembelajaran dan dapat dijadikan dasar untuk proses pembelajaran selanjutnya (Lukum, 2015).

Dalam pembelajaran ini evaluasi dapat dilakukan dengan melaksanakan ulangan harian, dimana hal itu dapat berfungsi untuk mengetahui seberapa jauh mana peserta didik memahami dan menguasai materi dunia tumbuhan. Setelah melaksanakan ulangan harian, hasil evaluasi yang diperoleh berupa data nilai yang konkret untuk mengetahui tercapai tidaknya tujuan pembelajaran biologi

materi dunia tumbuhan dengan menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning*.

H. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan, pernah dilakukan oleh Dwi Irka Ya'nur Ismi pada tahun 2017, dengan judul penelitian “Uji Daya Hambat Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rumbrum*) Sebagai Fungisida Alami Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* Pada Tanaman Jeruk (*Citrus sp*)”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxyporum* pada konsentrasi 60% dengan diameter sebesar 1,4 mm dan konsentrasi 70% dengan diameter 1,2 mm.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Mirna Aulia Awanis dan Andi Alfiah Mutmainnah pada tahun 2016, dengan judul “Uji Anti Bakteri Ekstrak Oleoresin Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rumbrum*) Terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes*”. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa konsentrasi hambat minimal ekstrak oleoresin jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rumbrum*) terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes* terlihat pada konsentrasi 5% dengan diameter rata-rata yaitu 11,25 mm dan juga terdapat perbedaan zona hambat bakteri *Streptococcus pyogenes* yang signifikan antar berbagai konsentrasi ekstrak oleoresin jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rumbrum*) yang diujikan (5%, 10%, 20%, dan 40%).

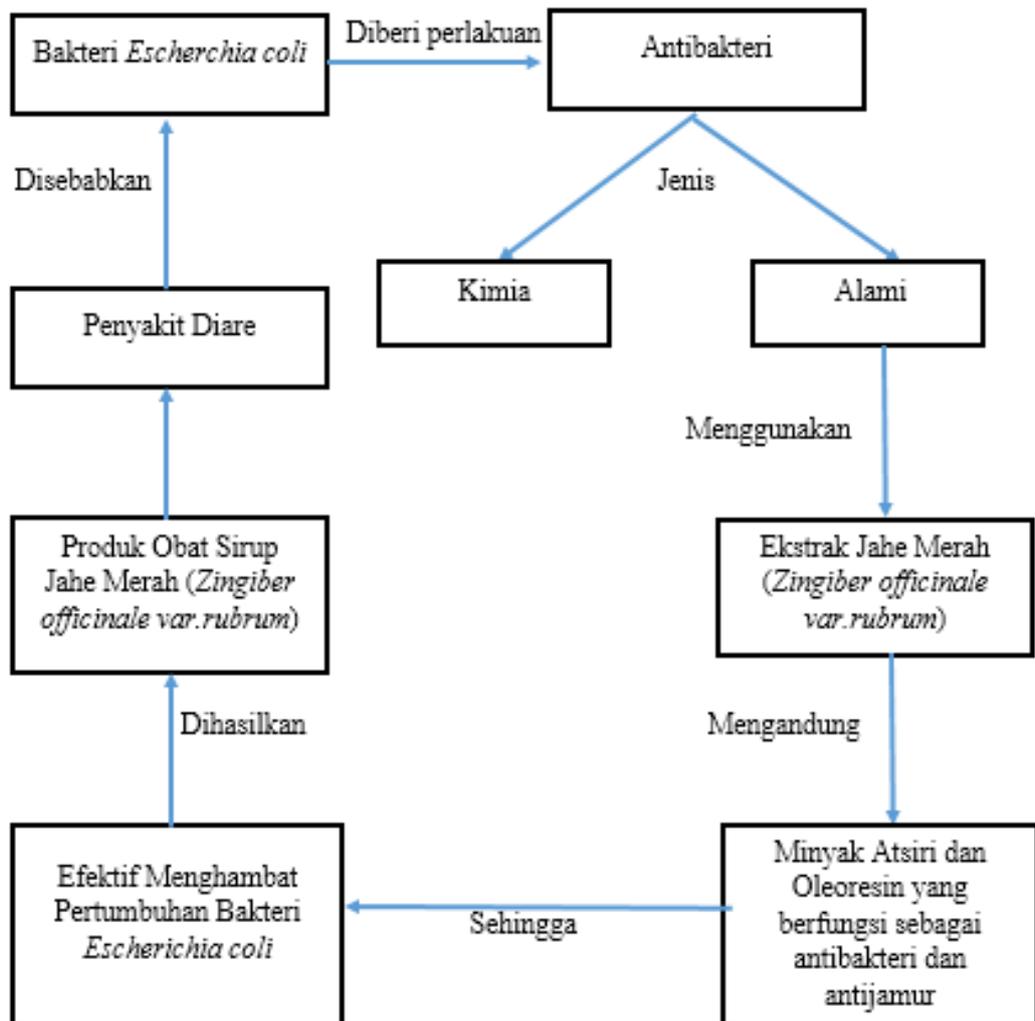
Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo Handrianto pada tahun 2016, dengan judul “Uji Anti Bakteri Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rumbrum*) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*”. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil penelitian dari lima konsentrasi ekstrak jahe merah yang diujikan (20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%) bahwa pada konsentrasi 100% memiliki zona hambat tertinggi terhadap *Staphylococcus aureus* (15,83 mm) dan *Escherichia coli* (14,22 mm), maka ekstrak jahe merah pada konsentrasi 100% memiliki tingkat daya hambat sedang terhadap *Staphylococcus aureus* dan lemah terhadap *Escherichia coli*.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Lalita L, Yosi Bayu Murti, dan Saifulloh Sulaiman pada tahun 2012, dengan judul “Formulasi Sirup Ekstrak Daun Legundi (*Vitex trifolia L*)”. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil penelitian dari sirup ekstrak daun legundi yang dibuat sejumlah 4 formula dengan variasi kadar propilen glikol. Formula I (PG 11%), formula II (PG 12%), formula III (PG 13%), dan kontrol (tanpa PG). Masing-masing formula diuji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula I (PG 11%) merupakan formula terpilih karena memiliki rasa dan penampilan menarik, tingkat kekentalan yang rendah, endapan paling sedikit, kadar relatif vitesikarpin paling tinggi, dan lebih layak diterima pasar dibandingkan formula II,III, dan kontrol.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuga Putri Pamungkas dan Melani Dewi pada tahun 2013, dengan judul “Efek Antibakteri Perasan Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rumbrum*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Secara *In Vitro*”. Pada penelitian tersebut bahwa perasan jahe merah murni (yang diperoleh dengan cara diblender, lalu diperas sehingga menghasilkan 100% perasan jahe merah) kemudian dibuat pengenceran dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perasan jahe merah memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*, adanya diameter zona hambat mulai terlihat pada konsentrasi 50%, karena semakin tinggi nilai konsentrasi perasan jahe merah maka semakin tinggi pula daya hambat pada pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

I. Kerangka Pemikiran

Berkaitan dengan latar belakang dan kajian pustaka yang telah dipaparkan, maka kerangka pemikiran dilakukannya penelitian ini dapat diuraikan kedalam bagan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Bagan Kerangka Pemikiran

Escherichia coli teridentifikasi sebagai agen penyebab penyakit disentri, seperti kolera dan diare (Anderson, 2007, hlm. 627). *Escherichia coli* normalnya terdapat dalam kolon manusia dan strain patogenik ini normalnya tidak berbeda dari strain nonpatogenik dalam morfologi koloni (Mandal dkk, 2008, hlm. 148). Mikroorganisme penyebab diare terutama pada anak yang paling banyak ditemukan di negara berkembang antara lain *Escherichia coli*, *Shigella*, *Campylobacter jejuni*, dan *Cryptosporidium* (Fратиwi, 2015). Strain

(jenis) *enteropathogenic Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit diarrhea pada anak-anak. Pencegahan penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Escherichia coli* dapat dilakukan dengan cara pemakaian antibiotik secara tepat, tindakan antiseptik yang benar (Entjang, 2003, hlm. 104-105).

Penyakit diare yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* dapat diatasi dengan menggunakan obat antibakteri yang berbahan dasar kimia maupun alami. Salah satu obat antibakteri yang berbahan alami yaitu dengan berbahan dasar jahe merah. Rimpang jahe merah mengandung *gingerol* yang memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antikarsinogenik, antimutagenik, dan antitumor. Kandungan senyawa metabolit sekunder pada tanaman jahe-jahean terutama dari golongan flavonoid, fenol, terpenoid, dan minyak atsiri. Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan *Zingiberaceae* ini umumnya dapat menghambat pertumbuhan patogen yang merugikan kehidupan manusia, diantaranya bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*, serta beberapa mikroba lainnya (Handrianto, 2016).

Ekstrak jahe merah dengan beberapa konsentrasi akan diujikan secara *in vitro* pada biakan bakteri *Escherichia coli* dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi ekstrak jahe merah yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Dimana konsentrasi ekstrak jahe merah yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* akan dijadikan sebagai bahan dasar dalam pembuatan produk antibakteri alami yang berupa obat sirup jahe merah.

J. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Penelitian ini bertolak dengan anggapan dasar bahwa: Rimpang jahe merah mengandung *gingerol* yang memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antikarsinogenik, antimutagenik, dan antitumor. Kandungan senyawa metabolit sekunder pada tanaman jahe-jahean terutama dari golongan flavonoid, fenol, terpenoid, dan minyak atsiri. Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan *Zingiberaceae*

ini umumnya dapat menghambat pertumbuhan patogen yang merugikan kehidupan manusia, diantaranya bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*, serta beberapa mikroba lainnya (Handrianto, 2016). Sehingga jahe merah dapat dijadikan sebagai bahan dasar antibakteri alami dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang menyebabkan diare.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka penelitian dan asumsi yang telah dipaparkan di atas, maka hipotesis tindakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Efektivitas Ekstra Jahe Merah

Ho : Ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sebagai bakterisida alami tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* penyebab diare.

Ha : Ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) sebagai bakterisida alami dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* penyebab diare.

b. Efektivitas Obat Sirup Jahe Merah

Ho : Obat sirup ekstrak jahe merah konsentrasi 20% dan obat sirup ekstrak perasan jahe merah konsentrasi 50% tidak dapat menghambat potensi pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* penyebab diare.

Ha : Obat sirup ekstrak jahe merah konsentrasi 20% dan obat sirup ekstrak perasan jahe merah konsentrasi 50% efektif dapat menghambat potensi pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* penyebab diare.