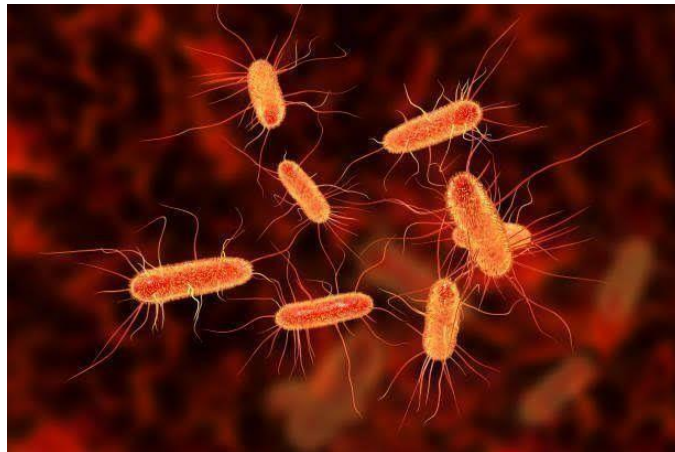


II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Escherichia coli*

2.1.1 Klasifikasi *Escherichia coli*

Klasifikasi bakteri *Escherichia coli* Menurut Rosyad (2012) adalah sebagai berikut: Domain: *Bacteria*; Kingdom: *Eubacteria*; Filum: *Proteobacteria*; Kelas: *Gamma proteobactea*; Ordo: *Enterobacteriales*; Famili: *Enterobactericeae*; Genus: *Escherichia*; Spesies: *Escherichia coli*.



Gambar 2.1 Bakteri *Escherichia coli* (Sutiknowati, 2016)

2.1.2 Ciri-ciri dan morfologi *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan gram negatif, tidak mempunyai spora, berbentuk batang, tidak bermotil. Genus *Escherichia* merupakan bagian dari *Escherichia* yang berfamili *Enterobactericeae* dan pertama kali diisolasi pada tahun 1885 oleh seseorang bakteriologis asal Jerman bernama Theodor Escherich (Manning, 2010). Ukuran bakteri *Escherichia coli* berkisaran antara 1.0- 1.5 μm x 2.0-60 μg , tidak bermotil, serta dapat tumbuh dengan tanpa

oksigen, bersifat fakultatif anaerobik. Secara fisiologi, *Escherichia coli* memiliki kemampuan untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit. Karakteristik biokimia *Escherichia coli* lainnya adalah kemampuan untuk memproduksi indol, tidak mampu memfermentasi sitrat, bersifat negatif pada analisis urease. *Escherichia coli* memiliki waktu regeneratif sekitar 30-87 menit tergantung pada suhu. Waktu regenerasi merupakan waktu yang dibutuhkan bagi sel bakteri *Escherichia coli* untuk membelah diri menjadi dua kali lipat. Suhu optimum bagi pertumbuhan *Escherichia coli* adalah 37⁰C dengan waktu regenerasi tersingkat yaitu 30 menit (Rahayu dkk., 2018).

Escherichia coli dapat digunakan sebagai indikator resistensi antimikroba. Bakteri *Escherichia coli* juga dikenal sebagai indikator sanitasi dan hygiene, yaitu bakteri yang keberadaannya dalam satu produk pangan menunjukkan indikasi rendahnya tingkat sanitasi yang diterapkan. Keberadaan bakteri *Escherichia coli* sering dikaitkan dengan adanya kontaminasi yang berasal dari feses, karena bakteri *Escherichia coli* pada umumnya bakteri yang hidup di dalam usus manusia dan hewan sehingga keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada air atau pangan menunjukkan adanya pengolahan yang mengalami kontak dengan kotoran. *Escherichia coli* dapat digunakan sebagai indikator resistensi antimikroba (Loncaric *et.al.*,2013).

Kebanyakan strain *Escherichia coli* tidak berbahaya, namun beberapa strain seperti, *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC), dapat

menyebabkan penyakit yang ditularkan ke manusia melalui konsumsi makanan yang terkontaminasi, seperti produk daging mentah atau kurang matang, susu dan sayuran terkontaminasi (Tangkonda, 2016). Sanitasi yang buruk bisa menyebabkan terjadinya pencemaran *Escherichia coli* yang merupakan bakteri *environmrnt containment*, yaitu bakteri pencemar lingkungan (Mundi, 2018).

2.1.3 Struktur Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli terdiri dari dinding sel, membran plasma, sitoplasma, flagella, nukleus (inti sel), dan kapsul. Membran sel terdiri dari sitoplasma yang mengandung nukleoprotein. Membran sel *Escherichia coli* ditutupi oleh dinding sel berlapis kapsul. Flagela dan fili *Escherichia coli* menjulur dari permukaan sel. Tiga struktur antigen utama permukaan yang digunakan untuk membedakan serotipe golongan *Escherichia coli* adalah antigen O (antigen lipoporisakarida somatik di dalam dinding sel), antigen K (antigen polisakaride kapsul), dan antigen H (antigen protein flagella) (Todar, 2008). Bakteri *Escherichia coli* mempunyai dinding sel yang kaku, berpori dan berguna untuk memberikan bentuk tertentu pada sel serta berperan sebagai pelindung. Dinding sel diklasifikasikan sebagai antigen O. Berdasarkan komposisi dinding sel dan pewarnaannya itulah *Escherichia coli* digolongkan sebagai bakteri Gram negatif. Bakteri Gram negatif diketahui tidak tahan terhadap perlakuan fisik (bakteri akan mati pada suhu 60 °C selama 30 menit). Namun, bakteri ini lebih tahan terhadap antibiotik golongan penisilin dan golongan lainnya seperti streptomisin. Kapsul pada bakteri *Escherichia coli* terbentuk karena pengaruh

media pertumbuhan dan kondisi lingkungan. Kapsul terdiri dari polisakarida atau kompleks polisakarida-protein yang dapat melindungi membran luar dari fagositik dan sistem komplemen. Kapsul ini diklasifikasikan sebagai antigen K. Flagella dari *Escherichia coli* bersifat antigenik sehingga dikenal sebagai antigen H. Sedangkan membran selnya terdiri dari beberapa lemak dan protein dalam presentase yang hampir sama dimana lemaknya membentuk fase non polar yang kontinyu (Todar, 2008).

2.1.4 Patogenesis Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli patogen pertama kali diidentifikasi pada tahun 1935 sebagai penyebab diare (Manning, 2010). Beberapa strain *Escherichia coli* menyebabkan infeksi saluran kencing, bakteremia, diare berdarah, dan meningitis neonatal pada manusia dan hewan (CDC, 2016). Infeksi lain seperti pneumonia dan sepsis pada manusia, serta mastitis pada sapi perah juga terjadi akibat infeksi bakteri *Escherichia coli* (Braun *et.al.*, 2016).

Patogenisitas bakteri ditentukan oleh kemampuannya menghasilkan satu atau lebih sitotoksin yang sangat kuat yang dikenal sebagai racun Shigella atau verotoksin. Beutin dkk. (1989) mendemonstrasikan adanya jenis hemolisin baru pada strain *Escherichia coli* tertentu, yang dikenal sebagai enterohemolysin, yang umumnya ditemukan pada beberapa strain, termasuk pathovar *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC) dan *Verocytotoxigenic Escherichia coli* (VTEC). Beberapa strain bakteri *Escherichia coli* bersifat patogen, termasuk *Escherichia coli enteropatogenik* (EPEC) yang menyebabkan diare.

EPEC melekat pada mukosa usus. Infeksi EPEC menyebabkan diare encer yang dapat menjadi kronis jika tidak diobati. *Escherichia coli enterotoksigenik* (ETEC) menyebabkan diare. Faktor kolonisasi ETEC tertentu dapat mendorong perlekatan ETEC pada sel epitel usus kecil. Cairan menggembungkan rongga usus, yang menyebabkan hipermotilitas dan diare. *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC) menghasilkan sitotoksin yang dapat menyebabkan diare parah, kolitis hemoragik, sindrom uremik hemolitik (penyakit akibat gagal ginjal akut), hemolisis mikroangiopati, dan trombositopenia. *Escherichia coli enteroinvasif* (EIEC) menyebabkan penyakit yang sangat mirip dengan shigellosis dan menyebabkan penyakit dengan menyerang sel epitel mukosa usus sehingga menyebabkan diare berdarah. *Enteraggregative Escherichia coli* (EAEC) merupakan *Escherichia coli* patogen yang dapat menyebabkan diare akut. (Wibisono, 2015).

Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri *Escherichia coli* disebabkan karena kemampuan untuk beradaptasi dan bertahan pada lingkungan yang berbeda. Ada beberapa jenis kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi bakteri *Escherichia coli* untuk tetap bertahan, misalnya lingkungan asam (pH rendah) seperti pada saluran pencernaan, perubahan suhu, dan tekanan osmotik (Rahayu dkk., 2018).

2.2 Daun Kecombrang (*Etlingera elatior*)

2.2.1 Klasifikasi Daun Kecombrang

Menurut Syamsuhidayat dan Hutapea (1991) Klasifikasi daun kecombrang (*Etlingera elatior*) adalah jenis tanaman rempah dan merupakan tumbuhan tahunan berbentuk tera. Tanaman ini berasal dari Indonesia. Kecombrang banyak dijumpai tumbuh didaerah Sumatera, Jawa, dan Sulawesi. Kecombrang (*Etlingera elatior*) mempunyai nama lain *kincung* (Medan), *siantan* (Melayu), *kaalaa* (Thai), *honje* (Sunda), *bongkot* (Bali), *bunga* berikut: Kingdom: *Plantae* ,Subkingdom: *Tracheobionta* , Devisi: *Magnoliophyta*, Kelas: *Liliopsida* ,Ordo: *Zingiberales*, Genus: *Etlingera* , Spesies: *Etlingera elatior*.



Gambar 2.2 Daun Kecombrang (Syamsuhidayat dan Hutapea 1991)

2.2.2 Ciri-Ciri Morfologi Daun Kecombrang

Tanaman Kecombrang umumnya dapat tumbuh didataran rendah hingga dataran tinggi, kecombrang dapat tumbuh hingga 2700 mdpl. Tanaman kecombrang memiliki bentuk batang bulat pipih seperti jahe dan lengkuas dan memiliki ketinggian tanaman hingga 5 meter. Daun kecombrang memiliki tumbuh dibatang semu, tersusun dalam dua baris, berseling. Pada satu batang tanaman kecombrang biasanya terdapat 15-30 helai daun dengan bentuk ujung daun meruncing dan pangkal daun yang membulat serta tepi daun yang bergelombang (Martinsyah dkk., 2020).

2.2.3 Fitokimia Daun Kecombrang Sebagai Antibakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan skrining fitokimia daun kecombrang dalam penelitian Sri Yungsih Silalahi (2019) , menunjukkan bahwa ekstrak daun kecombrang memiliki kandungan senyawa aktif dan berperan sebagai antibakteri seperti alkanoid, flavanoid, saponin, dan asam klorogenat.

A. Alkanoid

Alkanoid menghambat komponen pembentuk peptidoglikan sehingga lapisan dinding sel bakteri tidak tersusun dengan baik dan hal ini menyebabkan kematian sel (Rosyad, 2012). Alkaloid merupakan senyawa potensial yang berperan sebagai senyawa timbal untuk mengembangkan potensi tanaman sebagai agen antibakteri (Mabhisa *et al.*, 2016).

B. Flavanoid

Flavanoid memiliki aktivitas antibakteri melawan *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis* dan *Salmonella typhimurium* (Rosyad, 2012). Mekanisme kerja flavonoid yaitu sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler dan terlarut sehingga mengganggu integritas membran sel bakteri. Adanya senyawa flavonoid, dimana secara farmakologi senyawa flavonoid berfungsi sebagai zat anti inflamasi, anti oksidan, analgesik dan antibakteri (Rachmawati dan Nursyamsi, 2015).

C. Saponin

Senyawa saponin dapat bekerja sebagai antibakteri, yaitu dengan mengganggu permeabilitas membran sehingga dapat menyebabkan terjadinya hemolisis sel dan apabila saponin berinteraksi dengan sel bakteri dapat menyebabkan bakteri tersebut menjadi pecah atau lisis (Rizkyana, 2018). Saponin dapat menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel (Rijayanti, 2014).

D. Asam Klorogenat

Asam Klorogenat merupakan senyawa kimia yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh yaitu asam yang berfungsi sebagai antioksidan dan menurunkan berat badan. Asam klorogenat adalah suatu senyawa yang termasuk kedalam komponen fenolik, mempunyai

sifat yang larut dalam air dan terbentuk dari esterifikasi asam quinic dan asam transcinnamic tertentu seperti asam kafein, asam ferulic, dan asam pcoumaric (Putri., 2023).

2.3 Tetrasiklin

Antibiotik adalah obat yang berasal dari seluruh atau bagian tertentu mikroorganisme dan digunakan untuk mengobati infeksi bakteri. Antibiotik selain membunuh mikroorganisme atau menghambat bakteri juga membantu sistem pertahanan alami tubuh untuk mengeliminasi bakteri tersebut (Fernandes, 2013).

Berdasarkan spektrumnya, antibiotik dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu antibiotika spektrum luas (*broad spectrum*) dan antibiotik spektrum sempit (*narrow spectrum*). Antibiotik spektrum luas merupakan antibiotik yang dapat menghambat atau membunuh bakteri dari golongan Gram positif maupun negatif. Antibiotik spektrum sempit merupakan antibiotik yang hanya mampu menghambat satu golongan bakteri, contohnya untuk menghambat atau membunuh bakteri gram negatif (Pangestika, 2017).

Tetrasiklin adalah antibakteri spectrum luas sehingga dapat membunuh bakteri gram positif juga gram negative. Selain itu juga mampu menghambat pertumbuhan riketsia, amuba, mikroplasma dan klamidia. Tetrasiklin termasuk antibiotik yang terutama bersifat bakteristatik. Mekanisme kerja asal tetrasiklin yaitu menggunakan cara menghambat sintesis protein ribosom sub unit 70s dan ribosom sub unit 80s. Dampak tetrasiklin mensugesti tRNA- ribosom terlihat menggunakan terhambatnya ikatan aminosial-tRNA pada reseptor penerima di

ribosom. Tetrasiklin tidak tertentu menghambat penyusunan peptida atau terminasi translokasi, namun mengganggu terminasi rantai peptida di kodon terminasi. Mekanisme penembusan tetrasiklin untuk masuk ke dalam sel bakteri, kemungkinan sama dengan cara menghambat sintesis protein ditambah modifikasi struktur guna penghambatan buatan protein (Agustanty dan Budi, 2022).

Tabel 2.1 Standar Interpretasi Diameter Zona Terang atau Hambat (CLSI, 2018)

Golongan Antibiotik	Antibiotik	Isi Disk (µg)	Standar Interpretasi Hasil Zona Diameter		
			S	I	R
Tetracycline	Tetrasiklin	30	≥15	12-14	≤11

S = *Sensitive*; I = *Intermediate*; R = *Resistant*

2.4 Metode Uji Sensitivitas Antibakteri

Metode untuk uji zona hambat bakteri dibagi menjadi dua, yaitu metode difusi dan dilusi. Metode difusi dibagi menjadi metode cakram disk, prin dan sumuran. Prinsip kerja metode difusi adalah terdifusinya senyawa antibakteri ke dalam media padat dimana mikroba uji telah diinokulasi. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah jernih yang terbentuk (Balaouri *et al.*, 2016). Berbeda dengan cara difusi, metode dilusi kurang praktis dan ekonomis karena satu media hanya dapat digunakan untuk zat-zat yang tidak mudah larut dalam media. Metode dilusi dibagi menjadi broth dilution dan solid dilution. Yang membedakan antara dua metode tersebut adalah media yang digunakan. Metode difusi menggunakan medium padat metode delusi menggunakan medium cair (Prayoga, 2013).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode difusi cakram disk. Metode difusi dengan menggunakan cakram dilakukan dengan cara kertas cakram sebagai media untuk menyerap bahan antimikroba dijenuhkan ke dalam bahan uji. Setelah itu kertas cakram diletakkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasikan dengan biakan mikroba uji, kemudian di inkubasikan selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Area atau zona di sekitar kertas cakram diamati untuk menunjukkan ada tidaknya pertumbuhan mikroba uji yang ditambahkan pada kertas cakram. Kelebihan dari metode difusi cakram disk yaitu dapat dilakukan pengujian lebih cepat pada penyiapan cakram dan mengurangi adanya kontaminasi mikroba lain (Nurhayati *et al.*, 2020)

2.5 Pengukuran Zona Hambat

Konsentrasi hambat minimum (KHM) merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui daya hambat minimum zat bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri setelah diinkubasi selama 24 jam dengan mengamati pertumbuhan koloni bakteri. Daya hambat dapat diketahui dengan mengukur zona bening dengan menggunakan jangka sorong. Metode yang digunakan untuk uji sensitivitas bakteri adalah metode difusi dan metode diilusi (Rahayu, 2013).

Tabel 2.2 Klasifikasi Kekuatan Antibakteri Alami (Rahmawati dkk., 2014)

Diameter Zona Hambat (mm)	Daya Hambat
≤5	Lemah
5-10	Sedang
10-20	Kuat