

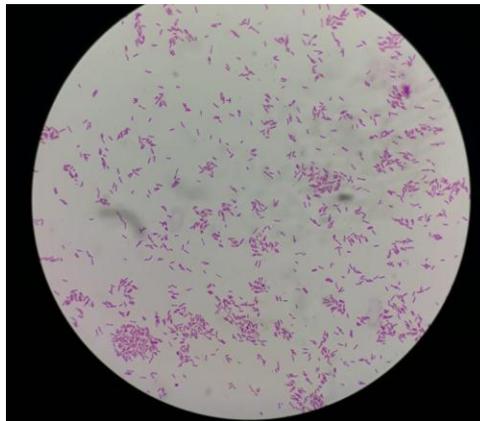
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan tentang *Escherichia coli*

*Escherichia coli* adalah bakteri flora normal yang sering dijumpai pada usus manusia, bersifat unik karena dapat menyebabkan infeksi primer seperti diare (Karsinah dkk, 2011). Menurut buku yang di karang oleh Radji (2011), *Escherichia coli* atau *E.coli* adalah bakteri Gram negatif yang termasuk dalam family *Enterobacteriaceae*, yang ada di dalam tubuh manusia. Bergerak menggunakan flagel dan berbentuk batang pendek atau biasa disebut kokobasil.

##### 2.1.1 Klasifikasi



**Gambar 2.1 *E.coli* (Dokumentasi Pribadi, 2019)**

Menurut Songer dan Post (2005), klasifikasi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut :

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

### 2.1.2 Morfologi

*Escherichia coli* termasuk pada family Enterobacteriaceae. *E. coli* merupakan bakteri gram negative yang berbentuk batang pendek atau sering disebut kokobasil. Bakteri (Gambar 2.1) ini mempunyai flagel, yang mempunyai ukuran 0,4-0,7  $\mu\text{m}$  x 1,4  $\mu\text{m}$  dan memiliki simpai (Radji, 2011). *E. coli* memiliki panjang sekitar 2  $\mu\text{m}$ , diameter 0,7  $\mu\text{m}$ , lebar 0,4-0,7  $\mu\text{m}$ , dan bersifat anaerob fakultatif. Dan membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Hidayati dkk, 2016).

*E. coli* merupakan bakteri yang memiliki 150 tipe antigen O, 50 tipe antigen H, dan 90 tipe antigen K. Beberapa antigen O dapat dibawa oleh mikroorganisme lain, sehingga sama seperti yang dimiliki oleh Shigella. Terkadang penyakit yang spesifik berhubungan dengan antigen O, dapat ditemukan pada penyakit infeksi saluran kemih dan diare (Karsinah, 2011).

*E. coli* merupakan bakteri anaerob fakultatif yang dapat hidup pada keadaan aerob maupun anaerob. Oksigen digunakan untuk sumber karbon dari luar yang berfungsi sebagai tenaga untuk tumbuh baik secara oksidatif. Hidup anaerob dengan menggunakan cara fermentasi sebagai penghasil energi untuk kelangsungan hidup (Manning, 2010).

### 2.1.3 Patogenesis

*Escherichia coli* menjadi pathogen apabila jumlahnya lebih dari normal yang ada didalam tubuh kita. Bakteri ini juga menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan diare (Jawetz dkk, 2005). Banyak dari strain *Escherichia coli* yang berevolusi lalu menghasilkan kemampuan virulens yang dapat menginfeksi *host* mereka. Pada beberapa jenis *Escherichia coli* yang pathogen dapat menyebabkan infeksi pada saluran kemih (Prescott, 2008). Ada beberapa jenis pathogen antara lain :

1. ETEC (Enterotoxigenic *E. coli*)

ETEC adalah *E. coli* patogen penyebab utama diare akut dengan dehidrasi pada anak-anak dan orang dewasa di negara-negara yang mempunyai 2 musim maupun 3 musim. ETEC menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan terjadinya ekskresi cairan elektrolit tubuh sehingga timbul diare dengan dehidrasi. Secara immunologis enterotoksin yang dihasilkan oleh ETEC sama dengan enterotoksin yang dihasilkan oleh *V. cholera*. Enterotoksin ETEC terdiri dari dua macam yaitu:

- a. Labile Toxin (LT) yang mempunyai berat molekul yang tinggi dan tidak tahan panas (musnah pada pemanasan 60°C selama 10 menit); toksin inilah yang mirip dengan cholera toxin.
- b. Stable Toxin (ST) merupakan peptide berukuran kecil yang terdiri atas 18-48 asam amino yang memiliki banyak cystein dalam rantainya. Mempunyai berat molekul rendah, tahan pada pemanasan dan tidak mempunyai sifat antigenik. Manusia dapat berperan sebagai carrier kuman ini, yaitu sebagai pembawa kuman tetapi dia sendiri tidak sakit.

c. Transmisi kuman dapat berlangsung secara food-borne maupun waterborne. Di daerah endemik diare seperti halnya Indonesia, ETEC merupakan juga penyebab utama diare akut yang mirip cholera serta merupakan penyebab travellers diarrhea (Dubreuil., et al, 2002).

2. EPEC (Enteropathogenic *E. coli*)

EPEC (Enteropathogenic *E. coli*), merupakan strain pertama diantara strain *E. coli* yang berhasil diidentifikasi sebagai penyebab diare patogenik pada pasien bayi dan anak-anak pada rumah sakit di Inggris dan beberapa negara di Eropa. Di beberapa daerah urban, sekitar 30% kasus-kasus diare akut pada bayi dan anak-anak disebabkan oleh EPEC. Mekanisme terjadinya diare yang disebabkan oleh EPEC belum bisa diungkapkan secara jelas, tetapi diduga EPEC ini menghasilkan cytotoxin yang merupakan penyebab terjadinya diare. Penyakit diare yang ditimbulkan biasanya selflimited tetapi dapat fatal atau berkembang menjadi diare persisten terutama pada anak-anak di bawah umur 6 bulan. Di negara berkembang, anak yang terkena infeksi EPEC biasanya yang berumur satu tahun ke atas (Whittam, et al, 2011).

3. EIEC (Enteroinvasive *E. coli*)

EIEC mempunyai beberapa persamaan dengan *Shigella* antara lain dalam hal reaksi biokimia dengan gula-gula pendek, serologi dan sifat patogenitasnya. Sebagaimana halnya dengan *Shigella*, EIEC mengadakan penetrasi mukosa usus dan mengadakan multiplikasi pada sel-sel epitel colon (usus besar). Kerusakan yang terjadi pada epitel usus menimbulkan diare berdarah. Secara mikroskopis leukosit polimorfonuklear selalu hadir

dalam feses penderita yang terinfeksi EIEC. Gejala klinik yang ditimbulkan mirip disentri yang disebabkan oleh *Shigella* (Radji, 2011).

4. EHEC (Enterohaemorrhagic *E. coli*)

Patogenitas EHEC adalah dengan memproduksi sitotoksin yang bertanggung jawab terhadap terjadinya peradangan dan perdarahan yang meluas di usus besar yang menimbulkan terjadinya haemolytic ureamic syndrome terutama pada anak-anak. Gejala karakteristik yang timbul ditandai dengan diare akut, kejang, panas dan dalam waktu relatif singkat diare menjadi berdarah. Kejadian diare yang berdarah tersebut yang membedakan strain EHEC dengan *Shigella*. Di negara-negara berkembang kejadian diare yang disebabkan oleh EHEC masih jarang ditemukan (Radji, 2011).

5. EAEC (Entero Adherent *E. coli*)

EAEC telah ditemukan di beberapa negara di dunia ini. Transmisinya dapat food-borne maupun water-borne. Patogenitas EAEC terjadi karena kuman melekat rapat-rapat pada bagian mukosa intestinal sehingga menimbulkan gangguan. Mekanisme terjadinya diare yang disebabkan oleh EAEC belum jelas diketahui, tetapi diperkirakan menghasilkan sitotoksin yang menyebabkan terjadinya diare. Beberapa strain EAEC memiliki serotipe seperti EPEC. EAEC menyebabkan diare berair pada anak-anak dan dapat berlanjut menjadi diare persisten (Radji, 2011).

#### **2.1.4 Sifat Biakan**

*E.coli* Dapat tumbuh berlebih apabila seseorang mengkonsumsi makanan yang sudah terkontaminasi dengan bakteri tersebut seperti susu, makanan yang

tidak diolah dengan sempurna, ataupun makanan dan minuman yang tercemar oleh feses (Jawetz, 2005). Bakteri ini dapat menjadi pathogen apabila terdapat banyak sekali didalam tubuh manusia. *E.coli* dapat tumbuh pada suhu tinggi maupun rendah, dengan suhu rendah 7°C dan suhu tinggi hingga 44°C. Namun bakteri *E.coli* tumbuh optimal pada suhu antara 35-37°C dengan pH 7-7,5. Hidup dilingkungan lembab dan akan mati saat terjadinya proses pemanasan makanan (Sofiana, 2012).

### 2.1.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri antara lain : pH, suhu, nutrisi, tekanan osmotik dan lain-lain. Bakteri mempunyai ketetapan suhu dan pH sendiri-sendiri untuk pertumbuhan yang optimal (Karsinah, 2011).

#### a. Suhu

Mikroorganisme dibagi menjadi 3 berdasarkan suhu yaitu : termofilik, mesofilik dan psikrofilik. Masing-masing memiliki interval suhu yang berbeda-beda. Dengan penggolongan dibawah ini :

Tabel 2.1 Penggolongan Mikroorganisme berdasarkan Suhu

| Sifat mikroorganisme | Suhu minimum | Suhu optimum | Suhu maksimum |
|----------------------|--------------|--------------|---------------|
| Termofilik           | 40-45°C      | 55-75°C      | 60-85°C       |
| Mesofilik            | 10-15°C      | 30-45°C      | 35-47°C       |
| Psikrofilik          |              |              |               |
| • Fakultatif         | 5°C          | 25-30°C      | 30-35°C       |
| • Mutlak             | 5°C          | 15-18°C      | -22°C         |

Sumber : Harti AS, 2015

b. pH

pH mikroorganisme untuk berkembang biak optimumnya berbeda-beda. Pada asidofil (2,0-5,0), neutrophil (5,5-8,0), dan alkalofilik (8,4-10,0). Pada umumnya bakteri masuk pada pH 7-7,5. (Harti AS, 2015)

c. Nutrisi

Nutrisi adalah bahan organik yang dipecah oleh mikroorganisme untuk dijadikan makanan untuk pertumbuhan. Nutrisi yang digunakan oleh mikroorganisme antara lain : Carbon (C), Nitrogen (N), Oksigen (O), mineral serta vitamin yang lainnya (Harti AS, 2015)

d. Tekanan Osmotik

Tekanan osmotik akan mempengaruhi pertukaran air pada sel. Dibagi menjadi 3 keadaan yaitu hipotonis, isotonis, dan hipertonis.

### 2.1.6 Cara Penularan

*E.coli* Dapat tumbuh berlebih apabila seseorang mengkonsumsi makanan yang sudah terkontaminasi dengan bakteri tersebut seperti susu, makanan yang tidak diolah dengan sempurna, ataupun makanan dan minuman yang tercemar oleh feses (Jawetz, 2005). Bakteri ini juga dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tangan atau alat-alat seperti botol, dot, termometer, dan peralatan makan yang tercemar oleh tinja. Penularan bias terjadi apabila kontak pekerja yang membuat makanan sehingga menyebabkan penularan penyakit melalui makanan atau *Foodbone disease* (Paramitha dkk.,2010). Dapat juga tertular apabila seseorang menggaruk daerah anus lalu tidak mencuci tangan dan kemudian memegang apapun yang ada di dekatnya. Kemudian benda atau makanan yang telah terinfeksi di ambil oleh orang lain.

### 2.1.7 Media Pertumbuhan Bakteri

*Escherichia coli* dapat tumbuh pada media *Endo agar*, *MacConkay agar*, dan *Eosin Methylen Blue* (EMB), bakteri ini mempunyai strain yang bersifat mikroaerofilik yang membutuhkan oksigen untuk hidup namun tanpa oksigen pun beberapa dari *Escherichia coli* masih bias bertahan hidup (Sari, 2015). Selain itu juga memiliki strain aerofilik yang dapat menghemolisis, pada media *Blood Agar Plate* (BAP) bakteri ini dapat menghemolisa dengan hemolisa  $\beta$  (hemolysis total).

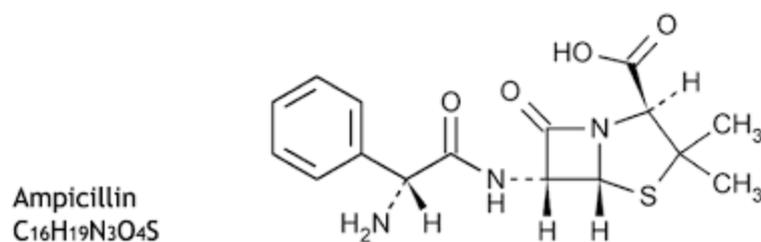


**Gambar 2.2 Media *Eosin Methylen Blue* (EMB) dengan pertumbuhan *E. coli* (Zuhrotul, 2016)**

Pada media *Eosin Methylen Blue* (EMB) (Gambar 2.2) bakteri ini akan memfermentasi laktosa sehingga berwarna hijau dengan kilap-kilap (Sari, 2015). Bakteri yang memfermentasi laktosa yang cepat lalu menghasilkan asam lalu menurunkan pH. Hal ini menyebabkan koloni dalam media tersebut akan berwarna hijau mengkilap seperti *Escherichia coli*. Bakteri yang tidak memfermentasi laktosa dapat meningkatkan pH dengan protein. Maka koloni tidak akan terwarnai (Bachoon, 2008).

### 2.1.8 Pengobatan

Infeksi yang disebabkan oleh *E. coli* metode pengobatannya dengan terapi antibiotik. Antibiotik yang dapat digunakan antara lain, seperti sulfonamide, ampisilin, sefalosporin, kloramfenikol, tetrasiklin dan aminoglikosida. Namun aminoglikosida jarang digunakan karena mempunyai efek racun untuk ginjal. Antibiotik yang sering digunakan adalah ampisilin (Kusuma, 2010).



**Gambar 2.3 Struktur Kimia Ampisilin (Farmasi Sehat)**

Ampisilin (Gambar 2.3) mampu menembus dinding sel bakteri Gram positif dan beberapa Gram negatif. Antibiotik ini dapat menghambat tahap ketiga dan terakhir pada pembentukan dinding sel bakteri lalu menyebabkan lisis pada bakteri. Ampisilin banyak digunakan untuk pengobatan infeksi saluran kemih, infeksi saluran cerna dan infeksi saluran pernafasan (Tjay dalam Kusuma, 2010).

### 2.2. Tinjauan Pisang Kepok

Pisang kepok adalah salah satu buah pisang yang harus diolah terlebih dahulu agar enak saat dimakan. Pisang kepok mempunyai buah yang agak pipih dan berkulit tebal, jika sudah matang warna kulit buahnya akan menjadi kuning. Pisang kepok memiliki berbagai jenis, namun yang banyak dikenal adalah pisang kepok putih dan pisang kepok kuning. Warna buahnya sesuai dengan nama jenis pisangnya, yaitu putih dan kuning. Pisang kepok kuning memiliki rasa yang lebih enak, sehingga lebih disukai masyarakat. Semua jenis buah pisang memiliki

kandungan gizi yang berbeda-beda. Rata-rata dalam setiap 100 g daging buah pisang mengandung air sebanyak 70 g, protein 1,2 g, lemak 0,3 g, pati 2,7 g, dan serat 0,5 g. Buah pisang juga kaya akan potasium, sebanyak 400 mg/100 g. Potasium merupakan bahan makanan untuk diet karena mengandung nilai kolesterol, lemak dan garam yang rendah. Pisang kaya akan vitamin C, B6, vitamin A, thiamin, riboflavin, dan niacin. Energi yang terkandung dalam setiap 100 g daging buah pisang sebesar 275 kJ – 465 kJ (Prabawati dkk, 2008).

### 2.2.1 Klasifikasi Pisang Kepok

Menurut Tjitrosoepomo (1991), klasifikasi tanaman Pisang Kepok adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.4 Pisang Kepok (dokumen pribadi)**

|            |                    |
|------------|--------------------|
| Kingdom    | : Plantae          |
| Divisi     | : Spermatophyta    |
| Sub divisi | : Angiospermae     |
| Class      | : Monocotyledoneae |
| Ordo       | : Musales          |
| Familia    | : Musaceae         |
| Genus      | : Musa             |
| Spesies    | : Musa balbisiana  |

### 2.2.2 Morfologi Tanaman

Tanaman pisang kepok (*Musa balbisiana*) adalah tanaman yang tergolong dalam terna monokotil tahunan mempunyai bentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Batang semu ini adalah tumpukan dari pelepah daun yang tersusun secara rapat dan teratur. Percabangan tanaman bertipe simpodial dengan meristem ujung memanjang dan membentuk bunga lalu buah. bonggol adalah bagian bawah batang pisang menggelembung menyerupai umbi (Gambar 2.4). Daun pisang menyebar letaknya, helai daun berbentuk lanset memanjang yang antara 30-40 cm. Daun yang paling muda berbentuk menggulur yang keluar dari tengah batang. Kemudian secara progresif membuka. Helai daun bentuknya lanset memanjang, mudah koyak, panjang 1,5-3m, lebar 30-70 cm, permukaan bawah daun berkilin, tulang tengah penopang jelas disertai tulang daun yang nyata, tersusun sejajar dan menyirip (Suyanti dkk, 2008).

Pisang mempunyai bunga majemuk yang tiap kuncup bunga dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang akan lepas dan jatuh ke tanah jika bunga telah membuka. Bunga betina akan berkembang secara normal, sedang bunga jantan yang berada diujung tandan tidak berkembang dan tetap tertutup oleh seludang dan disebut sebagai jantung pisang. Tiap kelompok bunga disebut sisir, yang tersusun dalam tandan. Jumlah sisir betina 5-15 buah, buahnya merupakan buah buni, bulat memanjang dan membengkok, tersusun seperti sisir dua baris, dengan kulit berwarna hijau, kuning, dan coklat. Tiap kelompok buah atau sisir terdiri dari beberapa buah pisang. Berbiji atau tanpa biji, bijinya kecil, bulat, dan warna hitam Bentuk buah pisang kepok agak gepeng dan bersegi. Karena

bentuknya gepeng, ada yang menyebutnya pisang gepeng. Ukuran buahnya kecil, panjangnya 10-12 cm dan beratnya 80-120 gr (Suhardiman, 1997).

### **2.2.3 Kandungan Fitokimia**

Buah pisang memiliki kandungan vitamin yang cukup banyak, tidak luput pada kulitnya. Kulit yang ada diluar juga mengandung vitamin B dan C. terdapat juga kandungan protein, kalsium, dan juga lemak yang cukup banyak (Faradilah, 2015). Dari analisis fitokimia yang dilakukan Waalkes pada tahun 1985, kulit pisang mengandung senyawa katekulamin, serotonin dan depamin. Dan juga mengandung saponin, flavonoid, tanin, alkanoid, antrakuinon, kuinon dan phylobattanin (Salau dkk, 2010).

Dari penelitian Velumani (2016) menyatakan bahwa kulit pisang kepok mengandung senyawa alkanoid, flavonoid, saponin, tanin. Alkanoid, flavonoid, dan tanin berfungsi sebagai antioksidan dalam tumbuhan. Alkanoid juga dilaporkan dapat digunakan sebagai analgesik, antispasmodik dan bakterisidal. Kulit pisang mengandung banyak sumber antioksidan karena mengandung provitamin A, karotenoid, fenolat dan banyak senyawa amina.

### **2.2.4 Kandungan Anti-bakteri**

#### **1. Alkaloid**

Alkaloid merupakan zat aktif dalam tanaman yang mempunyai fungsi untuk obat dan aktivator kuat bagi sel imun yang dapat menghancurkan virus, jamur, bakteri dan sel kanker. Alkanoid memiliki aktivasi antimikroba dengan cara menghambat esterase, DNA, RNA polymerase, respirasi sel dan berperan dalam interkalasi DNA (Bhaskara, 2012).

Cara kerja alkaloid sebagai antibakteri adalah dengan cara mengganggu susunan komponen peptidoglikan pada sel bakteri, yang mengakibatkan lapisan dari dinding sel tidak terbentuk sempurna dan menyebabkan kematian pada sel (Darsana, 2012).

## 2. Flavonoid

Flavonoid adalah salah satu dari senyawa fenol. Flavonoid diketahui memiliki kemampuan aktivasi antibakteri. Struktur antibakterinya diketahui memiliki target sel yang banyak dan bukan hanya satu target saat melakukan aksi atau tidak spesifik (Velumani 2016).

Flavonoid bekerja dengan cara denaturasi pada protein, pada proses ini akan menyebabkan gangguan pada pembentukan sel sehingga dapat merubah komposisi komponen pada protein. Flavonoid akan aktif apabila disebabkan oleh kemampuannya yang dapat membentuk kompleks dengan protein ataupun membentuk kompleks dengan dinding sel. Semakin lipofilik suatu flavonoid akan semakin kuat merusak dinding sel dari suatu bakteri (Anggraeni, 2016).

## 3. Tanin

Menurut Velumani (2016) senyawa tanin mempunyai aksi antibakteri yang mampu menonaktifkan adhesi bakteri, menghambat kerja enzim dan menghambat transportasi pada protein diselubung sel bakteri. Tanin berkerja dengan cara merusak membran sel bakteri dengan toksin yang dihasilkan oleh tanin sendiri. Adanya ikatan tanin dan besi akan menyebabkan berbagai gangguan pada bakteri.

#### 4. Saponin

Saponin adalah glikosida kompleks dari steroid atau steroid alkaloid. Mempunyai kemampuan untuk antibiotik, mempercepat pertumbuhan sel-sel baru, menghambat pertumbuhan bakteri, merangsang pertumbuhan fibroblast dan mempunyai kemampuan antifungi (Yuliana, 2015).

Saponin adalah senyawa polar yang keberadaannya dalam tumbuhan sebagai larutan polar dan semi polar. Beberapa jenis saponin digunakan sebagai senyawa antibakteri. Saponin bersifat antibakteri dengan cara merusak membran sel. Membrane sel sangat penting untuk substansi keluar dari sel dan masuknya bahan penting ke dalam sel. Maka dari itu rusaknya membran sel akan menyebabkan kematian sel itu sendiri (Velumani, 2016).

#### **2.2.5 Manfaat Kulit Pisang**

Kulit pisang dapat digunakan untuk makanan ternak. Kulit buah pisang dapat menghasilkan alkohol yaitu etanol karena mengandung gula dengan aroma yang menarik. Kulit buah pisang juga dapat digunakan untuk kecantikan dengan menempelkannya ke wajah. Kulit buah pisang ambon juga dapat digunakan untuk diolah menjadi minuman (Rukmana, 2001).

Kandungan fitokimia dalam kulit pisang kepok memiliki potensi untuk dijadikan pestisida nabati yang dapat menekan serangan serangga hama tanaman yang berumur pendek (Sonja dkk, 2017).

### **2.2.6 Hubungan Kandungan Kulit Pisang Kepok terhadap Pertumbuhan Bakteri *E.coli***

Infeksi pada bakteri *E.coli* akan diterapi dengan antibiotik. Antibiotik yang sering digunakan adalah ampisilin. Ampisilin akan bekerja dengan cara mekanisme menghambat pembentukan sintesis peptidoglikan pada dinding sel bakteri (Chopra dalam Kusuma, 2010).

Mekanisme kerja ini dapat digantikan dengan bahan alami yaitu kulit pisang kepok. Didalam kulit pisang kepok terdapat alkaloid yang berfungsi sama dengan ampisilin yaitu dengan cara kerja alkaloid sebagai antibakteri yang mengganggu susunan komponen peptidoglikan pada sel bakteri, yang mengakibatkan lapisan dari dinding sel tidak terbentuk sempurna dan menyebabkan kematian pada sel (Darsana, 2012)

### **2.2.7 Hipotesis**

Adanya pengaruh rendaman kulit pisang kepok terhadap pertumbuhan bakteri *Eschericia coli*.