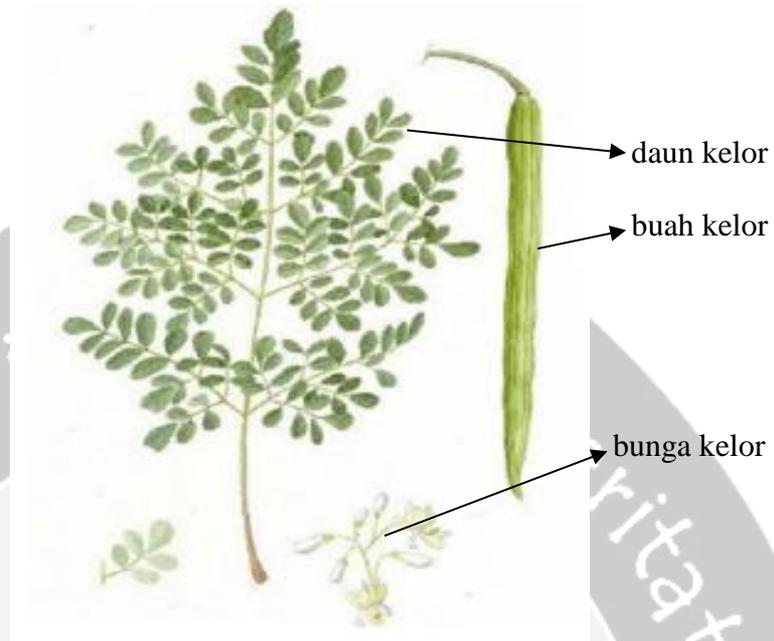


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Morfologi dan Taksonomi Daun Kelor

Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) merupakan tanaman yang berasal dari dataran sepanjang sub Himalaya yaitu India, Pakistan, Bangladesh, dan Afghanistan. Kelor termasuk jenis tumbuhan perdu berumur panjang berupa semak atau pohon dengan ketinggian 7-12 meter. Batangnya berkayu (lignosus), tegak, berwarna putih kotor, berkulit tipis dan mudah patah. Cabangnya jarang dengan arah percabangan tegak atau miring serta cenderung tumbuh lurus dan memanjang (Tilong, 2012).

Daun kelor (Gambar 1.) berbentuk bulat telur, bersirip tak sempurna, beranak daun gasal, tersusun majemuk dalam satu tangkai, dan hanya sebesar ujung jari. Helai daun kelor berwarna hijau, ujung daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun rata, susunan pertulangan menyirip serta memiliki ukuran 1-2 cm (Yulianti, 2008). Bunga kelor muncul di ketiak daun, beraroma khas dan berwarna putih kekuning-kuningan. Buah kelor berbentuk segitiga, dengan panjang sekitar 20-60 cm dan berwarna hijau. Kelor berakar tunggang, berwarna putih, berbentuk seperti lobak, berbau tajam dan berasa pedas (Tilong, 2012).



Gambar 1. Daun, bunga, dan buah kelor (Hsu dkk., 2006)

Penanaman kelor di Indonesia tersebar di seluruh daerah, mulai dari Aceh hingga Meurauke. Oleh karena itu, tanaman kelor dikenal berbagai daerah, seperti murong (Aceh), munggai (Sumatera Barat), kilor (Lampung), kelor (Jawa Barat dan Jawa Tengah), marongghi (Madura), kiloro (Bugis), parongge (Bima), kawona (Sumba), dan kelo (Ternate) (Mardiana, 2013). Menurut Tilong (2012), kedudukan taksonomi tanaman kelor seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kedudukan Taksonomi Tanaman Kelor

Kerajaan	Plantae
Sub kerajaan	Tracheobionta
Superdivisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida
Subkelas	Dilleniidae
Bangsa	Capparales
Suku	Moringaceae
Genus	<i>Moringa</i>
Spesies	<i>Moringa oleifera</i> Lamk.

Sumber : Tilong (2012)

## B. Kandungan Kimia Daun Kelor

Tanaman kelor mengandung 539 senyawa yang dikenal dalam pengobatan tradisional Afrika dan India yaitu bertindak sebagai stimulan jantung dan peredaran darah, antitumor, antipiretik, antiepilepsi, antiinflamasi, diuretik, antihipertensi, menurunkan kolesterol, antioksidan, antidiabetik, antibakteri, dan antijamur (Toripah dkk., 2014). Menurut penelitian Ojiako (2014), ekstrak daun kelor mengandung tanin 8,22%, saponin 1,75%, dan fenol 0,19%. Daun kelor memiliki kandungan bahan aktif seperti flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol sebagai antimikrobia (Sally dkk., 2014). Mekanisme bahan aktif antibakteri ini yaitu dengan peningkatan permeabilitas dari dinding sel bakteri sehingga membran sel bakteri rusak dan bakteri lisis (Esimone dkk., 2006).

Daun kelor sebagai sumber antioksidan alami yang baik karena kandungan berbagai jenis senyawa antioksidan pada daun kelor seperti asam askorbat, flavonoid, fenolik, dan karotenoid. Tingginya konsentrasi asam askorbat, zat estrogen dan  $\beta$ -sitosterol, besi, kalium, fosfor, tembaga, vitamin A, B, C yang membuat daun kelor memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Kandungan kimia asam amino yang terdapat pada daun kelor berbentuk asam aspartat, asam glutamat, alanin, valin, leusin, isoleusin, histidin, arginin, triptofan, sistein, dan metionin (Makkar dan Becker, 1996).

Suhu pemanasan akan merusak antioksidan sehingga dapat menghambat kemampuan antioksidan untuk menangkap radikal bebas. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka aktivitas antioksidan

akan semakin menurun (Trilaksani, 2003). Pada teh bunga kamboja yang menggunakan suhu 90 °C memiliki aktivitas antioksidan sebesar 4,99% sedangkan dengan suhu 60 °C memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi yaitu sebesar 6,44% (Triastuti, 2008).

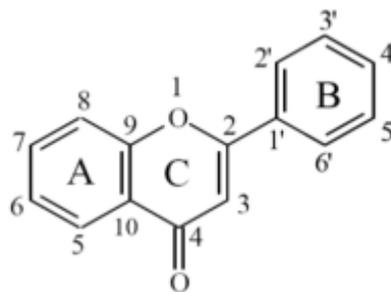
Aroma yang dimiliki daun kelor agak langu, namun aroma akan berkurang ketika dipetik dan dicuci bersih lalu disimpan pada suhu ruang 30 °C sampai 32 °C (Kurniasih, 2013). Bau langu yang terdapat pada daun kelor disebabkan oleh enzim yaitu enzim protease (Fathimah dan Wardani, 2014). Menurut Trisnawati dan Nisa (2015), daun kelor segar yang diblancing selama 5 menit dapat menginaktivasi enzim penyebab bau langu.

Daun kelor mengandung flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menjaga terjadinya oksidasi sel tubuh. Flavonoid secara umum terdapat hampir pada semua tumbuhan yang terikat pada gula sebagai glikosida dan aglikon. Flavonoid dapat berfungsi sebagai antimikrobia, antivirus, antioksidan, antihipertensi, dan mengobati gangguan fungsi hati. Flavonoid bersifat bakteriostatik dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Binawati dan Amilah, 2013).

Flavonoid adalah senyawa fenolik yang dapat berubah jika ditambahkan senyawa yang bersifat busa dan ammonia. Flavonoid di alam merupakan senyawa yang larut dalam air. Ikatan flavonoid dengan gula menyebabkan banyaknya bentuk kombinasi yang dapat terjadi di dalam tumbuhan, sehingga flavonoid pada tumbuhan jarang ditemukan dalam keadaan tunggal (Harbone, 1987). Golongan flavonoid mempunyai cincin

piran yang menghubungkan rantai tiga karbon dengan salah satu dari cincin benzena (Robinson, 1995).

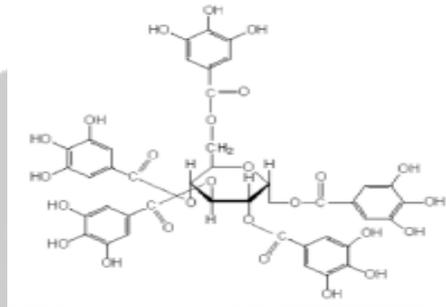
Menurut Sudirman (2014), flavonoid mempunyai kemampuan berinteraksi dengan DNA bakteri dan menghambat fungsi membran sitoplasma bakteri dengan mengurangi fluiditas dari membran dalam dan membran luar sel bakteri. Hal tersebut menyebabkan kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri dan membran sel tidak berfungsi lagi, termasuk untuk perlekatan dengan substrat. Hasil interaksi tersebut menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom. Ion hidroksil secara kimia menyebabkan perubahan komponen organik dan transport nutrisi, sehingga menimbulkan efek toksis terhadap sel bakteri. Struktur umum flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur umum flavonoid (Sudirman, 2014)

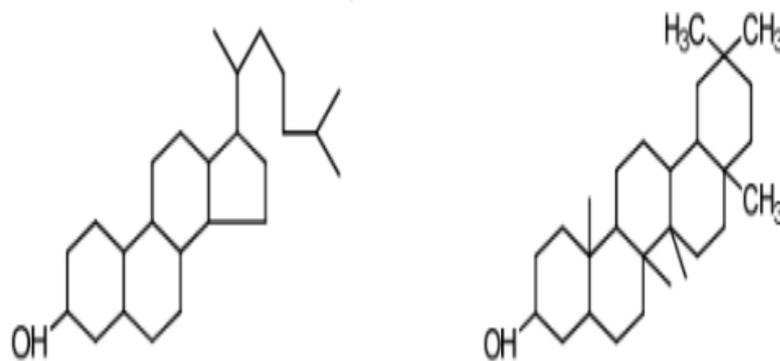
Tanin termasuk senyawa fenol dengan berat molekul besar, terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul (Hayati dkk., 2010). Bale-Smith dan Swain yang dikutip Haslam (1989), menjelaskan tanin sebagai senyawa fenolik larut air dengan massa molar sekitar 300-3000, menunjukkan reaksi alami fenol,

mempresipitasi alkaloid, gelatin, dan protein lain. Struktur umum tanin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur umum tanin (Sudirman, 2014)

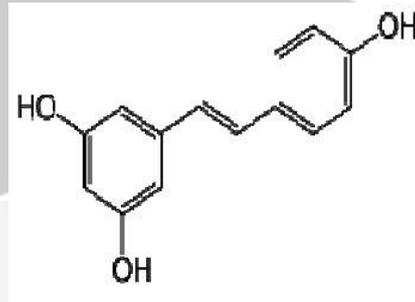
Menurut Robinson (1995), saponin merupakan glikosida alami yang terkait dengan steroid alkaloid atau triterpena. Saponin mempunyai aktivitas farmakologi yang cukup luas yaitu imunomodulator, antitumor, antiinflamasi, antivirus, antijamur, efek hipoglikemik, dan efek hipokolesterol. Saponin juga mempunyai sifat yang beragam seperti terasa manis, pahit, dapat berbentuk buih, dapat menstabilkan emulsi, dan menyebabkan haemolisis. Struktur saponin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur saponin steroid dan saponin triterpenoid (Jaya, 2010)

Polifenol memiliki tanda khas yakni memiliki banyak gugus hidroksil dalam molekulnya. Zat ini juga dikenal dengan nama tanin terlarut yaitu metabolit sekunder yang terdapat dalam daun, biji dan buah dari

tumbuhan tingkat tinggi yang bersifat antioksidan kuat. Polifenol secara alami dapat ditemukan dalam sayuran, buah, kacang, minyak zaitun, dan minuman (Nawaekasari, 2012). Struktur umum polifenol dapat dilihat pada Gambar 5.

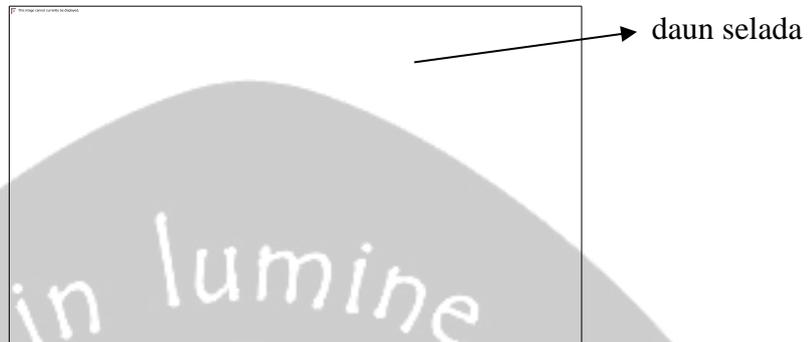


Gambar 5. Struktur umum polifenol (Paembong, 2012)

### C. Morfologi dan Taksonomi Sayur Selada

Tanaman selada memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang, tumbuh menyebar, kesemua arah pada kedalaman 20-50 cm atau lebih. Sebagian besar unsur hara yang dibutuhkan tanaman diserap oleh akar serabut sedangkan akar tunggangnya tumbuh lurus ke pusat bumi (Rukmana, 1994).

Selada termasuk tanaman setahun atau semusim yang banyak mengandung air (*herbaceous*). Batangnya pendek berbuku-buku pada tempat kedudukan daunnya. Daun selada (Gambar 6.) berbentuk bulat panjang bisa mencapai ukuran 25 cm dan lebar 15 cm atau lebih (Rukmana, 1994). Biji selada merupakan biji tertutup dan berkeping dua dan dapat digunakan untuk perbanyakan tanaman (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).



Gambar 6. Selada keriting (*Lactuca sativa* L.) (Rukmana, 1994)

Menurut Haryanto dkk, (1996), kedudukan taksonomi tanaman selada tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kedudukan Taksonomi Tanaman Selada

Kerajaan	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Subdivisi	Angiospermae
Kelas	Dicotyledoneae
Bangsa	Asterales
Suku	Asteraceae
Genus	<i>Lactuca</i>
Spesies	<i>Lactuca sativa</i> L.

Sumber : Haryanto dkk, (1996)

Menurut penelitian Purba dkk. (2012), terhadap selada dari tiga tempat yang berbeda yaitu dipasar tradisional, supermarket, dan restoran menunjukkan adanya cemaran *E.coli*. Berdasarkan hasil pemeriksaan selada yang dilakukan dipasar tradisional, supermarket, dan restoran secara berturut yaitu 7,2 MPN; 3 MPN; dan 3 MPN yang menunjukkan bahwa selada tidak memenuhi persyaratan.

#### **D. Sumber Kontaminan**

Kontaminasi mikroorganisme patogen pada makanan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti diare, typhoid, dan keracunan makanan (Siagian, 2002 dan Coleman, dkk. 2004). Faktor yang menentukan keamanan makanan yaitu jenis makanan olahan, cara penanganan bahan mentah, cara penyajian, waktu antara makanan matang dikonsumsi, suhu penyimpanan baik pada bahan makanan mentah maupun makanan matang dan perilaku penjamah makanan itu sendiri (Zulkifli, 2008). Ada 4 hal penting yang menjadi prinsip kebersihan makanan yaitu perilaku sehat dan bersih yang mengelola makanan, sanitasi makanan, peralatan, dan tempat pengolahan makanan (Kusmayadi dan Sukandar, 2007).

#### **E. Kebersihan Tangan**

Memelihara kebersihan tangan merupakan hal yang sangat penting untuk menjaga kesehatan tubuh kita. Mencuci tangan adalah proses pembuangan kotoran dan debu dari permukaan kulit sehingga dapat mengurangi jumlah mikroorganisme pada tangan secara mekanis dengan menggunakan sabun dan air (Tietjen, 2004). Pada saat ini banyak desinfektan maupun antiseptik yang beredar di pasaran untuk membersihkan tangan, namun cara membuat larutannya dan komposisi bahan yang tidak sesuai dengan ketentuan dapat menyebabkan infeksi nosokomial (Permatasari, 2012).

## F. Metode Pengambilan Mikroorganismen dari Permukaan

Plastik, *stainless steel*, kaca, dan kayu serta permukaan tubuh dan makanan merupakan jenis permukaan banyak dijumpai dalam industri pengolahan pangan. Berbagai permukaan ini adalah tempat yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganismen dan penyebab terjadinya kontaminasi silang. Metode yang sering digunakan untuk pengambilan mikroorganismen dari permukaan peralatan yaitu diantaranya *swabbing*, gesekan atau menggosok, pencetakan, membilas atau perendaman, sonikasi, dan menggores atau *grinding*. Pemilihan metode pengambilan mikroorganismen harus cocok untuk jenis dan ukuran permukaan yang diuji karena berbagai metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Ismail dkk. (2013).

### 1. Metode Swab

Metode swab adalah metode konvensional yang dikenal dengan metode apusan yang direkomendasikan. Metode ini pada umumnya digunakan untuk permukaan plastik, *stainless steel*, kaca, dan kayu serta pada permukaan tubuh dan makanan. Metode swab banyak digunakan di industri sebagai protokol manajemen keamanan makanan untuk mendeteksi bakteri patogen. Prosedur swab menggunakan kapas steril dengan ganggang yang digunakan untuk menginokulasi mikroorganismen dari permukaan (Lestari, 2016).

### 2. Gesekan atau Menggosok

Metode ini diperuntukan bagi permukaan yang memiliki luas lebih dari 100 cm<sup>2</sup>. Standar ISO 18593:2004 menyarankan penggunaan *sponge*

steril untuk melakukan swab. Penggunaan *sponge* steril dapat diganti dengan menggunakan kain lap yang disterilkan (Ismail dkk., 2013).

### 3. Percetakan

Kuantifikasi dan analisis viabilitas dari bakteri pada permukaan solid dapat dievaluasi dengan metode kontak agar. Metode ini dilakukan dengan cara menekan petri yang berisi medium selektif atau tidak selektif ke permukaan yang hendak diuji, kemudian petri tersebut diinkubasi pada kondisi yang sesuai. Metode ini pertama kali di deskripsikan oleh Hall dan Hartnett pada tahun 1964. (Ismail dkk., 2013).

### 4. Membilas dan Perendaman

Metode membilas atau perendaman dilakukan dengan membilas atau merendam benda yang akan dideteksi ke dalam cairan pengencer. Metode ini seringkali digunakan untuk mendeteksi keberadaan mikroorganisme pada pemrosesan makanan atau kemasan. Metode pembilasan dilakukan dalam berbagai variasi yaitu tergantung jenis studi yang dilakukan (Ismail dkk., 2013).

### 5. Sonikasi

Sonikasi adalah penggunaan gelombang ultrasonik untuk memecahkan membran sel. Sonikasi dilakukan dengan tujuan membersihkan atau mendesinfeksi permukaan benda. Proses sonikasi dilakukan dengan menggunakan bak yang dilengkapi alat yang memancarkan gelombang ultrasonik (Ismail dkk., 2013).

## 6. Menggores atau Grinding

Metode ini digunakan untuk permukaan yang tidak teratur dan berpori. Sampel yang digunakan pada metode ini harus tipis agar dapat digores permukaannya. Metode ini jarang digunakan di industri karena dapat merusak sampel dan sampel yang digunakan dalam metode ini harus tipis (Ismail dkk., 2013).

## G. Mekanisme Antimikrobia

Menurut Kee dan Hayes (1994), bahan antimikrobia adalah bahan yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme. Mekanisme kerja dalam menghambat pertumbuhan atau mematikan mikroorganisme terdiri dari 4 macam yaitu:

### 1. Penghambatan sintesis dinding sel bakteri

Mekanisme ini memberikan efek bakterisidal melalui pemecahan enzim dinding sel dan penghambatan enzim dalam sintesis dinding sel.

### 2. Pengubahan permeabilitas membran

Mekanisme ini memberikan efek bakteriostatik atau bakterisidal melalui peningkatan permeabilitas membran yang menyebabkan hilangnya substansi selular sehingga sel menjadi lisis.

### 3. Penghambatan sintesis protein

Mekanisme ini memberikan efek bakteriostatik atau bakterisidal dengan terganggunya sintesis protein tanpa memengaruhi sel-sel normal dan penghambatan tahap-tahap sintesis protein.

#### 4. Mengganggu metabolisme di dalam sel

Mekanisme ini memberikan efek bakteriostatik dengan terganggunya tahap-tahap metabolisme di dalam sel.

### H. Maserasi Daun Kelor

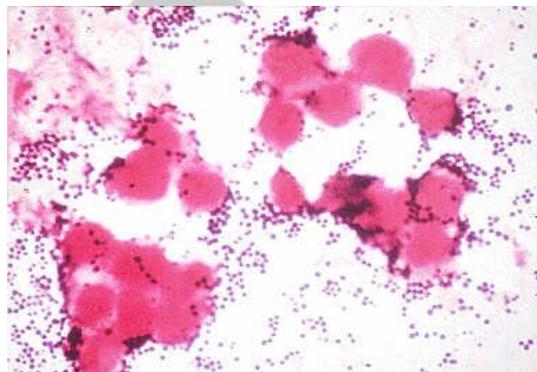
Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu bahan menggunakan pelarut sehingga zat aktif dapat larut dan terpisah dari bahan yang tidak dapat larut. Proses ekstraksi dilakukan dengan pengeringan bahan yang dihaluskan, kemudian dilakukan pemrosesan dengan suatu pelarut atau senyawa pengestraksi. Ekstraksi umumnya menggunakan berbagai jenis pelarut yang berbeda-beda, jenis ekstraksi, dan pelarut yang digunakan tergantung dari kelarutan bahan yang terkandung dalam tanaman serta stabilitasnya (Voigt, 1995).

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam serbuk bahan dalam air sebagai larutan penyari (Mustofa, 2008). Ekstrak adalah sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian pelarut diuapkan dan serbuk yang diperoleh diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan. Ekstrak kering adalah sediaan yang berasal dari tanaman atau hewan, diperoleh dengan cara pemekatan dan pengeringan ekstrak cair sampai mencapai konsentrasi yang diinginkan menurut cara-cara yang memenuhi syarat (Zulharmita dkk., 2012).

Penggunaan pelarut air bertujuan untuk memudahkan masyarakat dalam pengaplikasian maserasi daun kelor pada kehidupan sehari-hari karena lebih aman, alami, dan aplikatif. Selain itu, flavonoid dan tanin mudah larut dalam air, terutama glikosidanya. Oleh karena itu, senyawa ini berada dalam ekstrak air tumbuhan (Harbone, 1987).

### I. *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* (Gambar 7.) merupakan bakteri Gram positif dan berbentuk kokus. Bakteri ini bersifat aerobik, anaerob fakultatif, nonmotil, dan tidak memiliki spora serta memiliki sifat biokimia katalase positif dan oksidase negatif. *S. aureus* tumbuh pada suhu optimum 37°C dan pada pH 4,2-9,3. Koloni bakteri ini pada media padat berbentuk bulat, halus, menonjol, dan berkilau serta berwarna abu-abu hingga kuning emas tua. Bakteri ini membentuk pigmen *lipochrom* sehingga koloni tampak berwarna kuning keemasan dan kuning jeruk yang akan timbul pada pertumbuhan selama 18-24 jam pada suhu 37 °C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar yaitu 20-25 °C (Dewi, 2013).



Gambar 7. Morfologi *Staphylococcus aureus* (Todar, 2012)

*Staphylococcus aureus* dapat menjadi resisten terhadap banyak zat antimikrobia, sehingga menimbulkan masalah pengobatan yang sulit. *Staphylococcus aureus* bersifat koagulase positif, hal ini membedakannya dengan spesies lain. *Staphylococcus aureus* merupakan patogen utama bagi manusia. Hampir setiap orang akan mengalami beberapa tipe infeksi *Staphylococcus aureus* dalam hidupnya (Sudirman, 2014).

*Staphylococcus aureus* juga menghasilkan katalase yaitu enzim yang mengkonversi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menjadi H<sub>2</sub>O dan O<sub>2</sub> dan koagulase, enzim yang menyebabkan fibrin berkoagulasi dan menggumpal. Koagulase diasosiasikan dengan patogenitas karena penggumpalan fibrin yang disebabkan oleh enzim ini terakumulasi di sekitar bakteri, sehingga agen pelindung inang kesulitan mencapai bakteri dan fagositosis terhambat (Madigan dkk., 2000). Infeksi serius akan terjadi ketika keadaan inang melemah karena adanya perubahan hormon, adanya penyakit, luka, atau perlakuan menggunakan steroid atau obat lain yang memengaruhi imunitas, sehingga terjadi pelemahan inang (Madigan dkk., 2008). Menurut Simon (2012), kedudukan taksonomi *Staphylococcus aureus* tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Kedudukan Taksonomi *Staphylococcus aureus*

Domain	Bacteria
Kingdom	Eubacteria
Phylum	Firmicutes
Class	Bacili
Order	Bacillales
Family	Staphylococcaceae
Genus	<i>Staphylococcus</i>
Species	<i>Staphylococcus aureus</i>

Sumber: Simon (2012)

## J. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* adalah salah satu jenis yang secara normal hidup dalam saluran pencernaan baik manusia maupun hewan yang sehat. Nama bakteri ini diambil dari nama seorang bakteriologis yang berasal dari Jerman yaitu Theodor Von Escherich yang berhasil melakukan isolasi bakteri ini pertama kali pada tahun 1885 (Andriani, 2005). Menurut Todar (2008), kedudukan taksonomi *Escherichia coli* tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Kedudukan Taksonomi *Escherichia coli*

Kingdom	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Class	Gamma Proteobacteria
Order	Enterobacteriales
Family	Enterobacteriaceae
Genus	<i>Escherichia</i>
Species	<i>Escherichia coli</i>

Sumber: Todar (2008)

*Escherichia coli* (Gambar 8.) merupakan bakteri Gram negatif yang bersifat anaerob, fakultatif anaerob, dan memiliki tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling banyak di bawah keadaan anaerob namun beberapa *Escherichia coli* juga dapat tumbuh dengan baik pada suasana aerob (Meng dan Schroeder, 2007). Suhu yang baik untuk menumbuhkan *Escherichia coli* yaitu pada suhu optimal 37 °C waktu inkubasi 24-48 jam dan pH 7,2 pada media yang mengandung 1% pepton sebagai sumber nitrogen dan karbon. Ukuran sel dari bakteri *Escherichia coli* biasanya berukuran panjang 2,0-6,0 µm dan lebar 1,1–1,5 µm dengan bentuk sel bulat dan cenderung ke batang panjang (Melliawati, 2009).



Gambar 8. Bakteri *Escherichia coli* pada mikroskop elektron (Asbeck dkk., 2009)

#### **K. Hipotesis**

1. Daun kelor (*Moringa oleifera*) efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada tangan dan daun selada.
2. Konsentrasi optimal daun kelor (*Moringa oleifera*) yang mampu mereduksi mikroorganisme pada tangan dan daun selada adalah 100%.