

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Tanaman Kelor *Moringae oleifera*

2.1.1 Morfologi dan Taksonomi Daun Kelor

Kelor (*Moringa oleifera*) 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 berbentuk bulat telur, bersirip tak sempurna, beranak daun gasal, tersusun majemuk dalam satu tangkai dan hanya sebesar ujung jari. Helaian 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).

Tanaman kelor mempunyai nama latin *Moringae oleifera* dengan sistematik (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman kelor diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	:	<i>Plantae</i>
Divisi	:	<i>Magnoliopsida</i>
Kelas	:	<i>Magnoliopsida</i>
Ordo	:	<i>Brassicales</i>
Suku	:	<i>Moringaceae</i>
Genus	:	<i>Moringa</i>
Spesies	:	<i>Moringa oleifera</i> L (Tilong, 2011).



Gambar 2.1 Daun, Bunga, dan Buah Kelor (Hsu dkk., 2006)

Penanaman kelor di Indonesia tersebar di seluruh daerah mulai dari Aceh hingga Merauke. 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 2.1 Kedudukan Taksonomi Tanaman Kelor

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

2.1.2 Kandungan Senyawa 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). Daun kelor memiliki kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol sebagai antimikrobia (Sally dkk., 2014). Menurut penelitian Ojiako (2014), ekstrak daun kelor mengandung tanin 8,22%, saponin 1,75% dan fenol 0,19%. 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 asamaskorbat, flavonoid, fenolik dan karotenoid. Tingginya konsentrasi asamaskorbat, zat estrogen dan β -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).

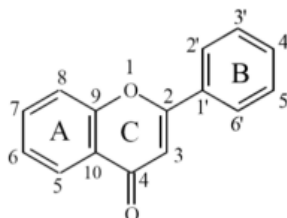
Aroma yang dimiliki daun kelor agak langu, namun aroma akan berkurang ketika dipetik dan dicuci bersih lalu disimpan pada suhu ruang 30°C sampai 32°C (Kurniasih, 2013). Bau langu yang terdapat pada daun kelor disebabkan oleh enzim yaitu enzim *protease* (Fathimah dan Wardani, 2014). Menurut Trisnawati 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 bakterostatik 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 cincinbenzena (Robinson, 1995).

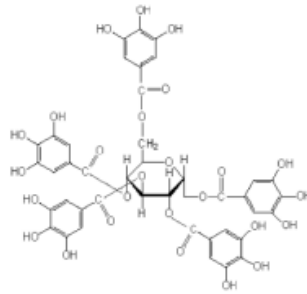
Menurut Sudirman (2014), flavonoid mempunyai kemampuan berinteraksi dengan DNA bakteri dan menghambat fungsi membran sitoplasma bakteri dengan mengurangi fluiditas dari membran dalam dan membran luar sel bakteri. Hal tersebut menyebabkan kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri dan membran sel tidak 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.



Gambar 2.1 Struktur Senyawa Flavonoid (Sudirman, 2014)

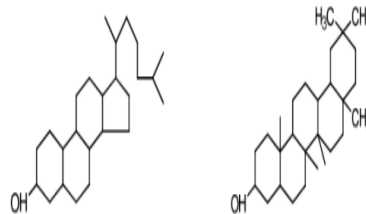
Tanin termasuk senyawa fenol dengan berat molekul besar, terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul (Hayati dkk., 2010). Bale-Smith dan Swain yang dikutip Haslam (1989), menjelaskan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

sekitar 300-3000, menunjukkan reaksi alami fenol, mempresipitasi alkaloid, gelatin, dan protein lain.



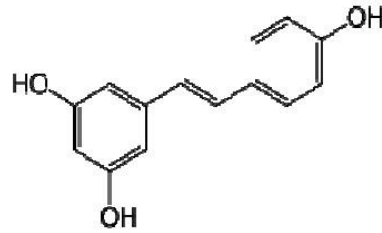
Gambar 2.1 Struktur Senyawa Tanin (Sudirman, 2014)

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.



Gambar 2.1 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).



Gambar 2.1 Struktur Senyawa Polifenol (Paembong, 2012)

2.1.3 Manfaat Daun Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera L.*) merupakan tanaman multiguna. Hampir seluruh bagian tanaman kelor dapat dijadikan sebagai sumber makanan sekaligus pakan ternak dan unggas (Kurniawan, 2013). Menurut Mardiana (2013), berdasarkan kandungan kimia, kelor mempunyai manfaat yang luar biasa diantaranya yaitu pada daunnya berfungsi untuk antimikroba, antibakteri, antiinflamasi, infeksi, virus Epstein Barr (EBV), virus herpes simplek (HSV-1), HIV/AIDS, cacangan, bronkhitis, gangguan hati, antitumor, demam, kanker prostat, kanker kulit, anemia, diabetes, tiroid, gangguan syaraf, kolik saluran pencernaan, rematik, sakit kepala, anti oksidan, sumber nutrisi (protein dan mineral) dan tonik. Kulit batang kelor berfungsi untuk mengatasi gangguan pencernaan, flu, sariawan, antitumor dan rematik. Dimanfaatkan sebagai antimikroba antitifoid dan meredakan demam, asma, disentri, antiinflamasi, rematik dan gangguan saraf.

Kelor (*Moringa oleifera L.*) juga digunakan untuk mencegah karies gigi. Akar kelor dapat dimanfaatkan juga sebagai bumbu campuran perangsang nafsu makan. Bersifat antimikroba, menghilangkan karang gigi, flu, demam, asma, penguat jantung, antiinflamasi, edema, rematik, sakit kepala dan pembesaran hati. Bunga kelor berfungsi untuk mengatasi flu dan pilek berat, dipakai sebagai stimulan, afrodisiak dan menyembuhkan radang tenggorokan, penyakit otot,

tumor, pembesaran limfe, serta menurunkan kolesterol dan lemak fosfolipid (Mardiana, 2013).

Buah kelor atau polong mengandung protein dan serat yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi gizi buruk dan diare. Bagian ini juga dapat dimanfaatkan sebagai obat cacing, hati dan limpa, serta mengobati masalah nyeri sendi. Polong juga dimanfaatkan sebagai antimikroba, antihipersensitif, antiinflamasi, menjaga organ reproduksi dan tonik. Biji kelor yang sudah tua dimanfaatkan sebagai antimikroba, antibakteri, kutil, penyakit kulit ringan, antitumor, lika lambung, demam, rematik, antiinflamasi, meningkatkan kekebalan tubuh dan sumber nutrisi. Tepung biji dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* dan *Pseudomonas aeruginosa* karena mengandung antibiotik yang kuat (Mardiana, 2013).

2.2 Tinjauan Tentang Lidah Buaya

2.2.1 Morfologi dan Taksonomi Lidah Buaya

Lidah buaya (Gambar 1) masuk pertama kali ke Indonesia sekitar abad ke-17. Tanaman tersebut dibawa oleh petani keturunan Cina. Tanaman lidah buaya dimanfaatkan sebagai tanaman hias yang ditanam sembarangan di pekarangan rumah dan digunakan sebagai kosmetika untuk penyubur rambut. Sekitar tahun 1990, tanaman ini baru digunakan untuk industri makanan dan minuman (Furnawanthi, 2002).



Gambar 2.2 Tumbuhan Lidah Buaya

Sumber: www.google.com

Tanaman Lidah Buaya mempunyai nama Latin (*Aloe vera* L) dengan sistematik (Taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman lidah buaya diklasifikasikan sebagai berikut :

Kerajaan : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Kelas : *Monocotyledoneae*
 Bangsa : *Liliflorae*
 Suku : *Liliaceae*
 Marga : *Aloe*
 Jenis : *Aloe barbadensis* Miller

Tanaman lidah buaya mempunyai morfologi memiliki akar yang menyebar pada batang di bagian bawah tanaman. Akar tidak tumbuh ke bawah seperti akar tunjang, tetapi akar lidah buaya tumbuh kesamping. Hal ini menyebabkan tanaman lidah buaya dapat mudah roboh karena perakarannya yang tidak cukup kuat menahan beban daun dan pelepah lidah buaya yang cukup berat. Bunga lidah buaya memiliki warna yang bervariasi, berada di ujung atas pada tangkai yang keluar dari ketiak daun dan bercabang. Bunga pada lidah buaya mampu bertahan

1-2 minggu. Setelah itu, bunga akan mengalami perontokan dan tangkai pada bunga akan mengering (Mardiana, 2013).

2.2.2 Kandungan lidah Buaya

Lidah buaya merupakan tanaman sukulen berbentuk roset dengan tinggi 30-60 cm dan diameter tajuk mencapai 60 cm (McVicar, 1994). Lidah buaya terdiri dari batang, daun, bunga, dan akar, namun yang paling sering digunakan adalah bagian daunnya, karena kandungan nutrisi didalamnya (table 2).

Tabel 2.2 Kandungan Zat Gizi Lidah Buaya per 100 gram:

Zat Gizi	Kandungan per 100 gram
Energy (kal)	4,00
Potein (g)	4,00
Lemak (g)	0,20
Serat (g)	0,30
Abu (g)	0,30
Kalsium (mg)	0,30
Fosfor (mg)	186,00
Besi (mg)	0,80
Vitamin C (mg)	3,476
Vitamin A (IU)	4,594
Vitamin B1 (mg)	0,01
Kadar air (gr)	99,20

Batang lidah buaya berbentuk bulat dan bersifat *monopodial*. Batang ini sangat pendek dan hampir tidak terlihat karena tertutup daun yang rapat dan sebagian terbenam dalam tanah. Dari batang tersebut akan muncul tunas-tunas baru yang selanjutnya menjadi anakan (Purbaya, 2003). Bunga pada lidah buaya akan muncul jika ditumbuhkan pada daerah subtropis. Saat akhir musim dingin dan musim semi bunganya akan muncul dengan bentuk seperti lonceng berwarna kuning atau oranye. Bunga ini berukuran kira-kira 2,5 cm dan tumbuh di atas tangkai bunga (*raceme*) yang tingginya mencapai 1 meter (Briggs dan Calvin, 1987; McVicar, 1994). Daun lidah buaya merupakan daun tunggal, berbentuk lanset, atau membentuk taji, yakni ujung meruncing dan pangkalnya

menggembung. Daunnya juga berdaging tebal (kurang lebih 1-2,5 cm untuk yang berumur 12 bulan), tidak bertulang daun, berwarna hijau keabu-abuan dan memiliki lapisan lilin di permukaannya (Purbaya, 2003). Daun lidah buaya mengandung lemak tak jenuh *arachidonic acid* dan *phosphatidylcholine* (Afzal dkk., 1991). Daun dan akar mengandung saponin dan flavonoid, disamping itu daunnya juga mengandung tanin dan polifenol. Kandungan yang lain barbaloin, iso barbaloin, aloe-emodin, aloenin, aloesin, aloin, aloe emodin, antrakinon, resin, polisakarida, (Sudarsono dkk., 1996), serta kromium dan inositol (Duke, 2002).

2.2.3 Manfaat Lidah Buaya

Kandungan dalam lidah buaya menyebabkan tanaman ini menjadi tanaman multikhasiat. Kandungan tersebut berupa aloin, emodin, resin, lignin, saponin, antrakuinon, vitamin, mineral, dan lain sebagainya. Selain itu lidah buaya tidak menyebabkan keracunan baik pada tanaman ataupun pada hewan, sehingga dapat digunakan dalam industri dengan diolah menjadi gel, serbuk, ekstrak, pakan ternak, atau berbagai produk yang lain (Suryowidodo, 1988). Masing-masing kandungan dalam lidah buaya memiliki efek yang berbeda. Saponin pada lidah buaya mempunyai efek yang dapat membunuh kuman. Antrakuinon dan kuinon berperan sebagai antibiotik dan penghilang rasa sakit. Aloin dapat berperan sebagai obat pencahar. Lignin pada gel lidah buaya mampu menembus ke dalam kulit sehingga membantu mencegah hilangnya cairan tubuh dari permukaan kulit (Suryowidodo, 1988). Lidah buaya juga mampu menyembuhkan penyakit sariawan (*stomatitis aphtous*). Setiani dkk., (2011) mencoba melakukan penelitian dengan mengoleskan lidah buaya pada responden berupa ibu PKK di Desa Ciburial, Bandung. Lidah buaya ini dapat menyembuhkan penyakit sariawan

setelah dilakukan pengolesan selama kurang lebih tiga hari. Penyembuhan ini terjadi dikarenakan lidah buaya memiliki enzim *bradykinase* dan *karboxypeptidase* yang berperan sebagai antiinflamasi (Purbaya, 2003).

Tingginya kadar lemak dalam darah juga dapat diatasi dengan lidah buaya. Sunarsih dan Dananjoyo (2010) mengujikan pemberian jus lidah buaya sebanyak 2-4 mL pada tikus yang hiperlipidemia selama 15 hari. Hasil yang ditunjukkan adalah adanya penurunan kadar trigliserida secara bermakna. Penurunan ini terjadi karena kandungan antraquinon dan vitamin B dalam lidah buaya. Vitamin B (terutama B3 atau asam nikotinat) memproduksi VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) yang berdampak pada menurunnya kadar trigliserid, sedangkan antraquinon memberikan efek laxantia dengan membentuk jel sehingga transpor makanan di usus menjadi lebih cepat dan penyerapan lipid dapat dihambat (Ganiswara dkk., 2003). Lidah buaya dapat digunakan secara internal (dimakan) maupun eksternal. Penggunaan secara internal sangat sesuai untuk mereka yang memiliki masalah berat badan, karena kalorinya yang rendah (Suryowidodo, 1988). Selain itu juga berfungsi sebagai pencahar dan membantu meningkatkan kegiatan usus besar (Mousert, 1988). Getah Lidah Buaya bila dicampur dengan gula dapat mengobati asma dan dalam dosis rendah sebagai tonik untuk dyspepsia dan obat batuk (Perry, 1988).

Penggunaan secara eksternal umumnya dengan mengoleskan gel lidah buaya pada rambut, kulit, dahi, perut, atau bagian lainnya. Pemakaian secara eksternal berfungsi untuk menyuburkan rambut, perawatan kulit, obat luka, dan antimikrobia (Yuliani dkk., 1996). Lidah buaya juga dapat digunakan untuk mengobati luka bakar dan merangsang regenerasi kulit (McVicar, 1994).

2.3 Tinjauan Tentang Yoghurt

Yoghurt adalah salah satu produk fermentasi berbahan dasar susu. Pada awalnya yoghurt dibuat dari susu binatang ternak seperti susu sapi atau susu kambing dengan bentuk seperti bubur atau es krim. Proses pembuatannya adalah, susu difermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan didalamnya terdapat kultur aktif bakteri tersebut (Widowati dan Misgiyarta, 2009).

Yoghurt merupakan olahan susu dari hasil fermentasi kedua dari Bakteri Asam Laktat (BAL) sebagai starter, yakni *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* yang hidup bersimbiosis. Lama proses fermentasi akan berakibat pada turunnya pH yoghurt dengan rasa asam yang khas, selain itu dihasilkan asam asetat, asetal dehid dan bahan lain yang mudah menguap. Komposisi yoghurt secara umum adalah protein 4-6%, lemak 0,1-1%, laktosa 2-3%, asam laktat 0,6-1,3%, pH 3,8-4,6% (Susilorini dan Sawitri, 2007).

Menurut Deeth dan Tamime (1981) yoghurt mengandung beberapa kandungan antara lain: energi, protein, lemak, karbohidrat. Bahkan mengandung mineral (kalsium, fosfor, natrium dan kalium) dan mempunyai kandungan vitamin cukup lengkap yaitu: vitamin A, B kompleks, B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B6 (piridoksin), B12 (sianokobalamin), vitamin C, vitamin D, E, asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, biotin dan kolin (Anonimus, 2008). Keberadaan protein yang mudah dicerna serta asam laktat yang meningkatkan penyerapan mineral, membuat yoghurt baik dikonsumsi oleh anak dengan gangguan penyerapan di saluran erna (Rinadya, 2008). Untuk lebih mengetahui kandungan gizi yang terdapat pada yoghurt, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.3 Kandungan Gizi Yoghurt per 100 mg

Komponen	Kandungan (per 100mg)
Energi (Kkal)	42-62
Nilai Ph	4,2-4,4
Protein (g)	4,5-5,0
Karbohidrat (g)	6-7
Lemak (g)	-
Kalsium (mg)	130-176
Magnesium (mg)	17
Potassium (mg)	226

Yoghurt merupakan produk susu yang mengalami fermentasi oleh bakteri asam laktat pada suhu 37-45°C. Yoghurt sangat bermanfaat bagi tubuh, baik untuk memperoleh nilai nutrisi juga memberikan manfaat kesehatan terutama bagi pencernaan dimana bakteri-bakteri yoghurt yang masuk akan menyelimuti dinding usus sehingga dinding usus menjadi asam dan kondisi ini menyebabkan mikroba-mikroba patogen tidak dapat berkembangbiak (Surono, 2004).

Yoghurt mempunyai nilai gizi yang tinggi dari pada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan yoghurt, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya meningkat, selain itu yoghurt sesuai bagi penderita *Lactose Intolerance* atau yang tidak toleran terhadap laktosa (Wahyudi, 2006).

Pada dasar proses pembuatan yoghurt adalah memfermentasikan susu dengan menggunakan biakan (*Streptococcus thermophilus*) dan (*Lactobacillus bulgaricus*). Susu yang akan difermentasikan harus dipanaskan terlebih dahulu dengan tujuan untuk menurunkan populasi mikroba dalam susu dan memberikankondisi yang baik bagi pertumbuhan biakan yoghurt serta mengurangi kandungan air dalam susu (Rukmana, 2001). Proses pembuatannya adalah susu difermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus termophilus* dan didalamnya terdapat kultur aktif bakteri tersebut

(Widowati dan Misgiyarta, 2009). Menurut Winarno dkk., (2003) dasar fermentasi susu atau pembuatan yoghurt adalah proses fermentasi komponen gula-gula yang ada di dalam susu, terutama laktosa menjadi asam laktat dan asam-asam lainnya. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pH-nya. Semakin rendahnya pH atau derajat keasaman susu setelah fermentasi akan menyebabkan semakin sedikitnya mikroba yang mampu bertahan hidup dan menghambat proses pertumbuhan mikroba patogen dan mikroba pengrusak susu sehingga umur simpan susu dapat menjadi lebih lama.

Kualitas yoghurt dapat ditentukan melalui 2 cara yaitu secara subyektif dan pengamatan secara obyektif, pengukuran kimia, fisik dan mikroba. Pengukuran kualitas yoghurt dapat berlangsung kapan saja, tetapi biasanya berlangsung sekitar 24 jam setelah produksi dan jika memungkinkan terdiri dari pemeriksaan sensoris (rasa, aroma, penampakan luar, tekstur), mikroskopis, titrasi keasaman, pH, komposisional, analisis (lemak, protein) dan ketahanan umur setelah 4 hari penyimpanan pada suhu 15⁰C (Kroger, 2001).

Syarat mutu yoghurt berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981: 2009, adalah sebagai berikut

Tabel 2.3 Syarat Mutu Yoghurt

No.	Kriteria uji	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas		
		Yoghurt	<i>Low fat</i>	Non fat	Yoghurt	<i>Low fat</i>	Non fat
1.	Penampakan	Cairan kental-psdst			Cairan kental-padat		
2.	Bau	Normal/khas			Normal/khas		
3.	Rasa	Asam khas			Asam/khas		
4.	Konsistensi	Homogeny			Homogeny		

2.3.1 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses perubahan kimiawi dari senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Jay dkk., 2005). Proses tersebut akan menyebabkan terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi (Madigan dkk.,2011). Menurut Susilorini dan Sawitri (2007), tujuan utama fermentasi adalah untuk memperpanjang daya simpan Susu karena mikroorganisme sulit tumbuh pada suasana asam dan kondisi kental.

Fermentasi menjadi populer karena proses tersebut tidak hanya dapat mengubah makanan untuk menjadi lebih awet, namun juga memberikan citarasa, aroma yang enak dan meningkatkan kandungan nutrisi makanan (Surono, 2004). Dua kunci utama dalam fermentasi adalah mikroorganisme dan substrat. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi sangat beraneka ragam, contohnya adalah bakteri asam laktat pada produk susu dan khamir pada produk minuman beralkohol dan roti (Bamforth, 2005). Substrat adalah bentuk materi organik yang dapat digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi bagi kelangsungan hidup mikroorganisme (Ganjar dkk., 2006). Substrat dapat berbentuk cair maupun padat. Pemilihan substrat yang tepat untuk proses fermentasi penting untuk dilakukan. Substrat yang tepat adalah substrat yang dapat memenuhi semua kebutuhan nutrisi bagi mikroorganisme yang akan dipakai (Waites dkk., 2001). Fermentasi dilakukan terhadap suatu bahan makanan untuk mendapatkan produk makanan baru yang dapat memperpanjang daya simpan (Farnworth, 2008). Aktifitas mikroorganisme pada fermentasi akan menyebabkan perubahan kadar pH dan terbentuk senyawa penghambat seperti

alkohol dan bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Waite dkk., 2001).

Fermentasi telah digunakan selama berabad-abad sebagai proses untuk mengubah susu menjadi suatu produk untuk memperpanjang daya simpannya dan sejak lama telah dipercaya memiliki manfaat baik bagi kesehatan tubuh (Tamime & Robinson, 2000). Salah satu jenis produk fermentasi susu adalah yoghurt. Yoghurt merupakan produk hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dan *Streptococcus* (Farnworth, 2008). Menurut Anonim (2009) yoghurt adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonsitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Syarat mutu yoghurt sesuai Badan Standarisasi Nasional tahun 2009 untuk jumlah bakteri starter yoghurt adalah minimal 10^7 CFU/mL, sedangkan keasaman tertitrasi (sebagai asam laktat) (b/b) berkisar 0,5-2,0%. keseimbangan mikroflora usus (Chairunnisa dkk., 2006). Widodo (2002) mengemukakan bahwa yang membedakan masing-masing produk susu fermentasi adalah jenis bakterinya.

Tabel 2.3 Produk Susu Fermentasi dan Mikrobial Pembuatnya

Nama susu fermentasi	Mikrobia
Yoghurt, <i>kishk</i> , <i>zabady</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i>
Kefir	<i>Lc. Lactis</i> dan <i>Lactobacillus kefir</i>
Susu asidofilus	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Yakult, susu <i>L. casei</i>	<i>Lactobacillus casei</i>
Susu bifidus	<i>Bifidobacterium bifidum</i>

Pada umumnya susu fermentasi mengandung probiotik, yaitu mikrobia hidup yang memberikan efek positif bagi manusia atau hewan, bisa berkolonisasi sehingga mencapai jumlah optimal selama waktu tertentu dan memperbaiki.

Menurut Yusmarini dan Efendi (2004) menyatakan bahwa yoghurt merupakan salah satu produk makanan yang sangat populer. Yoghurt dapat membantu dalam proses pencernaan, mencegah diare, mencegah peningkatan kadar kolesterol yang terlalu tinggi, bahkan dapat membantu melawan kanker. Yildiz (2010) menyatakan bahwa yoghurt aman untuk dikonsumsi oleh bayi berumur diatas 6 atau 9 bulan. Yoghurt mengandung protein, kalsium dan vitamin yang sangat baik untuk pertumbuhan bayi. Konsumsi susu fermentasi secara rutin akan memberikan manfaat (Andrianto, 2008)

2.3.2 Proses Pembuatan Yoghurt

Menurut Mellisa (2006), pembuatan yoghurt terdiri dari persiapan bahan, persiapan bibit, inokulasi susu dengan bibit, fermentasi (inkubasi) dan pendinginan, perlakuan setelah fermentasi (penambahan flafor/buah), pendinginan dan pengemasan. Persiapan bahan meliputi starter *yoghurt* dan susu. Proses pembuatan diawali dengan Kultur bibit, mikroorganisme *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* masing–masing dibiakan dalam Susu secara terpisah. Pemanasan susu sebelum ditambahkan bibit merupakan suatu tahap yang penting. Pemanasan biasanya dilakukan pada suhu 85⁰C selama 30 menit. Tujuan pemanasan tersebut untuk mematikan bakterii dalam susu yang dapat mengalahkan bakteri inokulan serta untuk mengupkan sebagian air agar kekentalan susu sesuai untuk pertumbuhan bibit. Setelah pemanasan, starter kemudian diinokulasikan pada media susu (Rosita,2005).

Jumlah pemberian bibit campuran (*L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dalam jumlah yang sama) biasanya 2-10% dari media susu yang digunakan. Inkubasi atau fermentasi yoghurt bias dilakukan pada suhu kamar atau pun suhu 45⁰C pada suhu lebih tinggi aktivitas mikroba akan semakin tinggi juga inkubasi memerlukan waktu 14 jam sampai 16 jam, pada suhu 32⁰C waktu sekitar 11 jam, sedangkan inkubasi pada suhu 45⁰C hanya memerlukan waktu sekitar 4-6 jam. Selama inkubasi, susu mengalami penggumpalan yang disebabkan menurunnya pH akibat aktivitas kultur. Pada mulanya *S. thermophilus* menyebabkan peningkatan pH hingga 5,0 sampai 5,5 selanjtnya pH menurun hingga 3,8 sampai 4,5 karena adanya aktivitas *L. bulgaricus*. Selain itu selama inkubasi Akan terbentuk *flavor* kerana terbentuknya beberapa asam hasil metabolisme yaitu: asam laktat, asetaldehid, asam asetat diasetil (Chandan dan Shahani, 1993).

Jenis yoghurt berdasarkan teksturnya, terbagi beberapa jenis, yaitu: set yoghurt, merupakan yoghurt dengan tekstur sangat kental, umumnya warnahnya putih dan terasa sangat asam. Stir yoghurt, teksturnya lebih encer dibandingkan set yoghurt tetapi masih terasa kental mirip es krim *Stir* yoghurt sudah mengalami penambahan pemanis, perasa atau buah-buahan pelengkap. Drink yoghurt ,merupakan yoghurt bentuknya cair sama seperti susu cair dapat langsung diminum. Tekstur yoghurt ada 3 jenis, yaitu bertekstur kental, bertekstur agak kental dan bertekstur cair. Beda dari ketiga jenis tekstur yoghurt ini adalah yoghurt yang kental mengandung jumlah padatan yang lebih banyak dibandingkan dengan yoghurt yang agak kental dan yoghurt yang cair. Semakin kental tekstur yoghurt itu berarti semakin banyak padatannya (Widodo, 2002)

2.3.4 Bio Starter Yoghurt

Bibit atau starter yoghurt terdiri dari biakan bakteri *L. bulgaricus* dan biakan *S. thermophilus*. Pembuatan bibit untuk yoghurt dilakukan secara bertahap. Pertama *L. bulgaricus* maupun *S. thermophilus* masing-masing dibiakan dalam susu yang terpisah. Kemudian biakan dicampur, bila biakan langsung dicampur maka salah satu bibit sering dominan dan menekan pertumbuhan bibit lainnya (Susilorini dan Sawitri, 2007). Perbandingan yang sesuai antara *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* yang sesuai adalah 1:1. Karena selama pertumbuhan terjadi simbiosis antara kedua bakteri *S. thermophilus* akan berkembang lebih cepat mengawali pembentukan asam laktat melalui fermentasi laktosa. Kondisi ini memberikan lingkungan yang sangat baik untuk pertumbuhan *L. bulgaricus* dan menyebabkan berubahnya protein susu dan pembentukan asam amino pada yoghurt (hidayat dkk., 2006).

Tabel 2.3 Karakteristik Bakteri Asam Laktat

Jenis	Bentuk	Karakter	Temperature pertumbuhan optimal	Jenis fermentasi
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Bulat atau lonjong	Gram positif	Sekitar 45°C	Aerobic homofermentatif
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Batang	Gram positif	Sekitar 45°C	Homofermentatif

2.4 Tinjauan Tentang Aktivitas Antibakteri

Antibakteri ialah obat pembasmi bakteri, khususnya bakteri yang merugikan manusia. Obat antibakteri yang baik harus mempunyai sifat toksisitas selektif. Toksisitas selektif memiliki arti antibakteri yang digunakan harus bersifat sangat toksik untuk bakteri tetapi tidak membahayakan untuk inang. Toksisitas

selektif dapat berupa fungsi dari suatu reseptor khusus yang dibutuhkan untuk perlekatan obat atau dapat bergantung pada penghambatan proses biokimia yang penting untuk parasit tetapi tidak untuk inang. (Liana, 2010; Adrianto, 2012).

Antibakteri yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri, dikenal aktivitas bakteristatik. Kadar minimal yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan bakteri atau membunuhnya, masing-masing dikenal dengan kadar hambat minimal (KHM) dan kadar bunuh minimal (KBM). Antibakteri tertentu aktivitasnya dapat meningkatkan kemampuan bakterisida. Berdasarkan mekanisme kerjanya antimikroba dibagi Dalam lima kelompok yaitu:

1. Menghambat sintesis dinding sel

Antibakteri berperan sebagai penghambat pembentukan peptidoglikan pada dinding sel bakteri. Hal ini menyebabkan terjadinya kerusakan sel akibat tidak adanya lapisan pelindung. Kerja antibiotik ini dapat dilihat pada penisilin dan sefalosporin (Ngaisah, 2010).

2. Merusak membrane sel

Antibakteri ini berperan merusak permeabilitas membrane sel yang menyebabkan penghambatan transport nutrient dari data menuju sel. Hal ini menyebabkan pertumbuhan sel terhambat. Model antibiotik ini dapat dilihat pada polimiskin dan tirosidin (Ngaisah, 2010)

3. Menghambat sintesis protein

Antibakteri ini bekerja untuk mencegah pembentukan polipeptida dengan cara menghambat pembentukan molekul sederhananya berupa peptide, contohnya aminoglikosida dan tetrasiklin (Ngaisah 2010).

4. Menghambat metabolisme bakteri

Dengan cara merusak enzim-enzim persintesis asam nukleat. Asam nukleat merupakan bagian yang sangat vital bagi perkembangbiakan sel. Mekanisme kerjanya dengan cara berkaitan dengan enzim polymerase- RNA (pada sub unit) sehingga menghambat sintesi RNA (K. Adrianto, 2012).

5. Menghambat metabolisme bakteri

Pada mekanisme ini diperoleh efek bakteristatik. Antibakteri yang termasuk dalam golongan ini adalah sulphonamide, trimethoprim, asam p-amonosalisilat dan sulfon. Kerja antibakteri ini adalah menghambat pembentukan asam folat, bakteri membutuhkan asam folat untuk kelangsungan hidupnya dan bakteri memperoleh asam folat dengan mensintesis sendiri dari asam para amino benzoate (PABA). Sulfonamid dan sulfon bekerja bersaing dengan PABA dalam pembentukan asam folat. Sedang trimethoprim bekerja dengan menghambat enzim dihidrofolat reduktase (Widyarto, 2009).

Antimikroba dapat bekerja secara bakterostatik maupun bakterisidal. Bakteristatik memiliki arti memiliki kemampuan menghambat multiplikasi bakteri. Multiplikasi akan berlangsung lagi jika unsur tersebut tidak. Bakterisidal memiliki sifat mematikan bakteri. Aksi bakterisidal berbeda dalam hal tidak dapat dipulihkan sudah tidak ada hubungan lagi dengan unsur itu. Efektivitas senyawa mikroba dipengaruhi oleh karakter dinding sel atau membran sel dari bakteri tersebut. Penetrasi obat melalui membran yang lebih besar segera menginisiasi efek menghambat reaksi sintesis protein dalam inti sel mikroorganisme. (Liana, 2010).

2.4.1 Pengukuran Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri ditentukan oleh spectrum kerja (spectrum luas, spectrum sempit) cara kerja (bakteri atau bakteriostatik) dan konsentrasi hambat minimum (KHM) serta potensi pada KHM, suatu antibakteri dikatakan mempunyai aktivitas yang tinggi apabila KHM terjadi pada kadar antibiotik yang rendah tetapi mempunyai daya bunuh atau daya hambat yang besar, metode yang umum digunakan untuk menguji daya antibakteri diantaranya (Ganiswara, 1995).

2.4.1.1 Metode Dilusi

Pada cara ini, yang biasa juga disebut penetapan dengan cara turbidimetri atau tabung, menggunakan pengenceran secara seri dari antimikroba dalam media broth dengan konsentrasi yang berbeda-beda, kemudian ditanami dengan bakteri uji. Potensi antimikroba dapat diketahui dengan melihat kekeruhan yang terjadi akibat dari pertumbuhan bakteri uji pada konsentrasi tertentudan kekeruhan yang terjadi diukur dengan alat fotoelektrik kolometer serta dapat diketahui konsentrasi terendah yang masih dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji tersebut (MIC= Minimum inhibitory concentration). Kekurangan dari cara ini adalah prosedurnya lebih panjang dan jenis antibiotic yang digunakan terbatas (Akhyar, 2010).

2.4.1.2 Metode Difusi

Metode yang diigunakan adalah metode difusi ini ada beberapa cara yaitu:

1. Cara Kirby

Koloni kuman diambil dan ditimbulkan selama 24 jam pada agar, disuspensikan ke dalam 1 mL BHI cair, diinkubasi selama 5-8 jam pada 37°C. suspense ditambahkan aquades steril hingga kekeruhan tertentu sesuai dengan standar konsentrasi kuman 10^8 CFU per ml (CFU= Colony Forming Unit). Kapas

lidi steril dicelupkan kedalam suspensi kuman lalu ditekan-tekan pada dinding tabung hingga kapasnya tidak terlalu basah. Kapas lidi tersebut dioleskan pada permukaan media agar hingga rata dan diletakkan diatas Samir (disk) yang mengandung antibiotic diatasnya, diinkubasi pada 37°C dan dibaca hasilnya. Zona radikal adalah suatu daerah disekitar disk, dimana sama sekali tidak ditemukan bakteri. Potensi antibakteri diukur dengan mengukur diameter dari zona radikal. Sedangkan zona irradikal adalah suatu daerah disekitar disk yang menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri yang dihambat oleh antibiotik tersebut, tetapi tidak diamatkan, pada zona irradikal akan terlihat adanya pertumbuhan yang kurang subur atau jarang dibandingkan dengan di luar pengaruh antibiotik tersebut.

2. Cara sumuran

Tahap awal sama dengan cara Kirby bauer. Pada agar tersebut dibuat sumuran dengan garis tengah tertentu menurut kebutuhan, ke dalam sumuran tersebut dimasukkan atau diteteskan larutan antibiotik yang digunakan. Agar diinkubasi pada suhu 37°C. Suspensi kuman dibaca dengan disesuaikan standar masing-masing antibiotik (Widyarto, 2009)

3. Cara pour plate

Tahap awal sama dengan cara Kirby bauer. Satu mata ose bakteri diambil dengan menggunakan ose khusus dan dimasukkan dalam 4 mL agar base 1,5% yang mempunyai temperatur 50°C. Setelah suspensi kuman tersebut dibuat homogen, kemudian dituang pada media Mueller hinton agar dan ditunggu sebentar sampai agar tersebut membeku, kemudian disk antibiotik diletakkan dan

dieramkan selama 15-20 jam dengan suhu 37°C. Suspensi kuman dibaca dengan disesuaikan standar masing-masing antibiotik (widyarto 2009).

2.5 Tinjauan Tentang Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* adalah salah satu jenis bakteri yang secara normal hidup dalam saluran pencernaan baik manusia maupun hewan yang sehat. Nama bakteri ini diambil dari nama seorang bakteriologist yang berasal dari Jerman yaitu Theodor Von Escherich, yang berhasil melakukan isolasi bakteri ini pertamakali pada tahun 1885. Dr. Escherich juga berhasil membuktikan bahwa diare dan gastroenteritis yang terjadi pada infant adalah disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* (Jawetz *et al.*, 1995).

Klasifikasi Klasifikasi nomenklatur *Escherichia coli* sebagai berikut:

Superdomain : *Phylogenetica*

Filum : *Proterobacteria*

Kelas : *Gamma Proteobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*

Family : *Enterobacteriaceae*

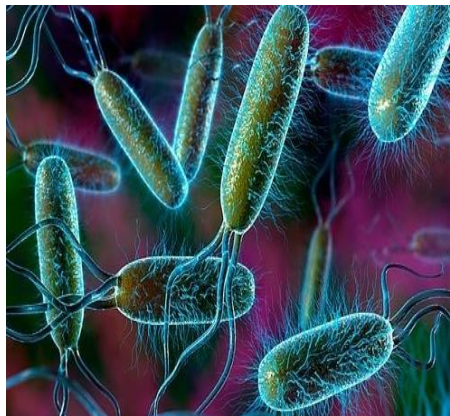
Genus : *Escherichia*

Species : *Escherichia coli* (Jawetz *et al.*, 1995)

2.5.1 Morfologi

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 µm, diameter 0,7 µm, lebar 0,4-0,7µm dan bersifat anaerob fakultatif. Morfologi bakteri *Escherichia coli* dapat dilihat pada gambar 2.1. Bentuk sel dari bentuk seperti coocal hingga membentuk sepanjang ukuran filamentous. Tidak ditemukan spora. Selnya bisa terdapat

tunggal, berpasangan, dan dalam rantai pendek, biasanya tidak berkapsul. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung dan halus dengan tepi yang nyata (Jawetz *et al.*, 1995).



Gambar 2.5 Morfologi *Escherichia coli* (Collier, 1998)

Kapsula atau mikrokapsula terbuat dari asam-asam polisakarida. Mukoid kadang-kadang memproduksi pembuangan ekstraselular yang tidak lain adalah sebuah polisakarida dari spesifitas antigen K tertentu atau terdapat pada asam polisakarida yang dibentuk oleh banyak *Escherichia coli* seperti pada *Enterobacteriaceae*. Selanjutnya digambarkan sebagai antigen M dan dikomposisikan oleh asam kolanik (Smith-Keary, 1988).

Biasanya sel ini bergerak dengan flagella peritrichous. *Escherichia coli* memproduksi macam-macam fimbria atau pili yang berbeda, banyak macamnya pada struktur dan spesifitas antigen, antara lain filamentus, proteinaceus, seperti rambut appendages di sekeliling sel dalam variasi jumlah. Fimbria merupakan rangkaian hidrofobik dan mempunyai pengaruh panas atau organ spesifik yang bersifat adhesi. Hal itu merupakan faktor virulensi yang penting. *Escherichia coli* merupakan bakteri fakultatif anaerob, kemoorganotropik, mempunyai tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling sedikit banyak di bawah keadaan anaerob (Collier, 1998).

Pertumbuhan yang baik pada suhu optimal 37°C pada media yang mengandung 1% pepton sebagai sumber karbon dan nitrogen. *Escherichia coli* memfermentasikan laktosa dan memproduksi indol yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri pada makanan dan air. *Escherichia coli* berbentuk sirkular, konveks dan koloni tidak berpigmen pada nutrient dan media darah. *Escherichia coli* dapat bertahan hingga suhu 60°C selama 15 menit atau pada suhu 55°C selama 60 menit. *Escherichia coli* tumbuh baik pada temperatur antara 8°-46°C dan temperatur optimum 37°C. Bakteri yang dipelihara di bawah temperatur minimum atau sedikit di atas temperatur maksimum, tidak akan segera mati melainkan berada di dalam keadaan tidur atau dormansi (Melliawati, 2009).

Pada umumnya bakteri *Escherichia coli* hanya mengenal satu macam pembiakan yaitu dengan cara seksual atau vegetatif. Pembiasaan ini berlangsung cepat, apabila faktor-faktor luar menguntungkan bagi dirinya. Apabila faktor-faktor luar menguntungkan, maka setelah terjadi pembelahan, sel-sel baru tersebut akan membesar sampai masing-masing menjadi sebesar sel induknya (Melliawati, 2009).

Kehidupan bakteri tidak hanya dipengaruhi oleh faktor-faktor luar tetapi sebaliknya bakteri mampu mempengaruhi keadaan lingkungannya, misalnya dapat menyebabkan demam (panas) akibat terinfeksi oleh bakteri *Escherichia coli* yang ada dalam saluran pencernaan dan menyebabkan diare yang berkepanjangan. Jika *Escherichia coli* berada dalam medium yang mengandung sumber karbon (glukosa, laktosa, dsb) maka akan mengubah derajat asam (pH) dalam medium menjadi asam dan akan membentuk gas sebagai hasil proses terurainya glukosa menjadi senyawa lain (Melliawati, 2009).

2.5.2 Struktur Antigen

Struktur antigen *Escherichia coli* sekarang dianggap sebagai genus dengan hanya satu species yang mempunyai beberapa ratus tipe antigenik. Tipe-tipe ini dicirikan menurut kombinasi yang berbeda-beda yakni :

1. Antigen O (somatik) yang bersifat tahan panas atau termostabil dan terdiri dari lipopolisakarida yang mengandung glukosamin dan terdapat pada dinding sel bakteri gram negatif.
2. Antigen H (flagel) yang bersifat tidak tahan panas atau termolabil dan akan rusak pada suhu 100⁰C.
3. Antigen K (kapsul)/envelop antigen, terdapat pada permukaan luar bakteri yang terdiri dari polisakarida dan tidak tahan panas. Tambahan pula antigen K dibagi menjadi antigen L, A atau B berdasarkan pada ciri fisiknya yang berbeda-beda (Satish G, 1990).

2.5.3 Manfaat dan Patogenitas *Escherichia coli*

Di dalam lingkungan dan kehidupan kita, bakteri *Escherichia coli* banyak dimanfaatkan di berbagai bidang, baik pertanian, peternakan, kedokteran maupun dikalangan industri. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, *Escherichia coli* telah banyak diketahui baik sifat morfologi, fisiologi maupun pemetaan DNANYa, sehingga bakteri ini dipakai untuk menyimpan untaian DNA yang dianggap potensial, baik dari tanaman, hewan maupun mikroorganisme dan sekaligus untuk perbanyakannya. Dengan diketahuinya bahwa *Escherichia coli* dapat dipakai untuk menyimpan untaian DNA yang potensial, maka hal ini membuka kesempatan untuk mempelajari sifat dan karakter dari mikroba lain yang tentunya memberikan dampak yang positif untuk kemajuan di bidang kedokteran, pertanian

maupun industri. Dibiidang pertanian telah dilaporkan bahwa beberapa tanamantidak tahan terhadap suatu penyakit atau serangan hama, namun bantuan *Escherichia coli* sebagai inang yang membawa gen yang tahan terhadap penyakit atau hama tertentu, maka hal itu dapat diatasi sehingga perkembangan di bidang pertanian tidak terhambat (Melliawati, 2009). *Escherichia coli* adalah anggota flora normal usus, menghasilkan kolisin yang dapat melindungi saluran pencernaan dari bakteri usus yang patogenik.

Escherichia coli berperan penting dalam sintesis vitamin K, konversi pigmen-pigmen empedu, asam-asam empedu dan penyerapan zat-zat makanan. *Escherichia coli* termasuk ke dalam bakteri heterotrof yang memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya karena tidak dapat menyusun sendiri zat organik yang dibutuhkannya. Zat organik diperoleh dari sisa organisme lain. Bakteri ini menguraikan zat organik dalam makanan menjadi zat anorganik, yaitu CO₂, H₂O, energi, dan mineral. Di dalam lingkungan, bakteri pembusuk ini berfungsi sebagai pengurai dan penyedia nutrisi bagi tumbuhan (Ganiswarna, 1995).

Keberadaan bakteri *Escherichia coli* disamping dapat membantu untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan juga dimanfaatkan di berbagai bidang ilmu, bakteri *Escherichia coli* juga dapat membahayakan kesehatan. *Escherichia coli* menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus. Manifestasi klinik infeksi oleh *Escherichia coli* bergantung pada tempat infeksi dan tidak dapat dibedakan dengan gejala infeksi yang disebabkan oleh bakteri lain (Jawetz *et al.*, 1995).

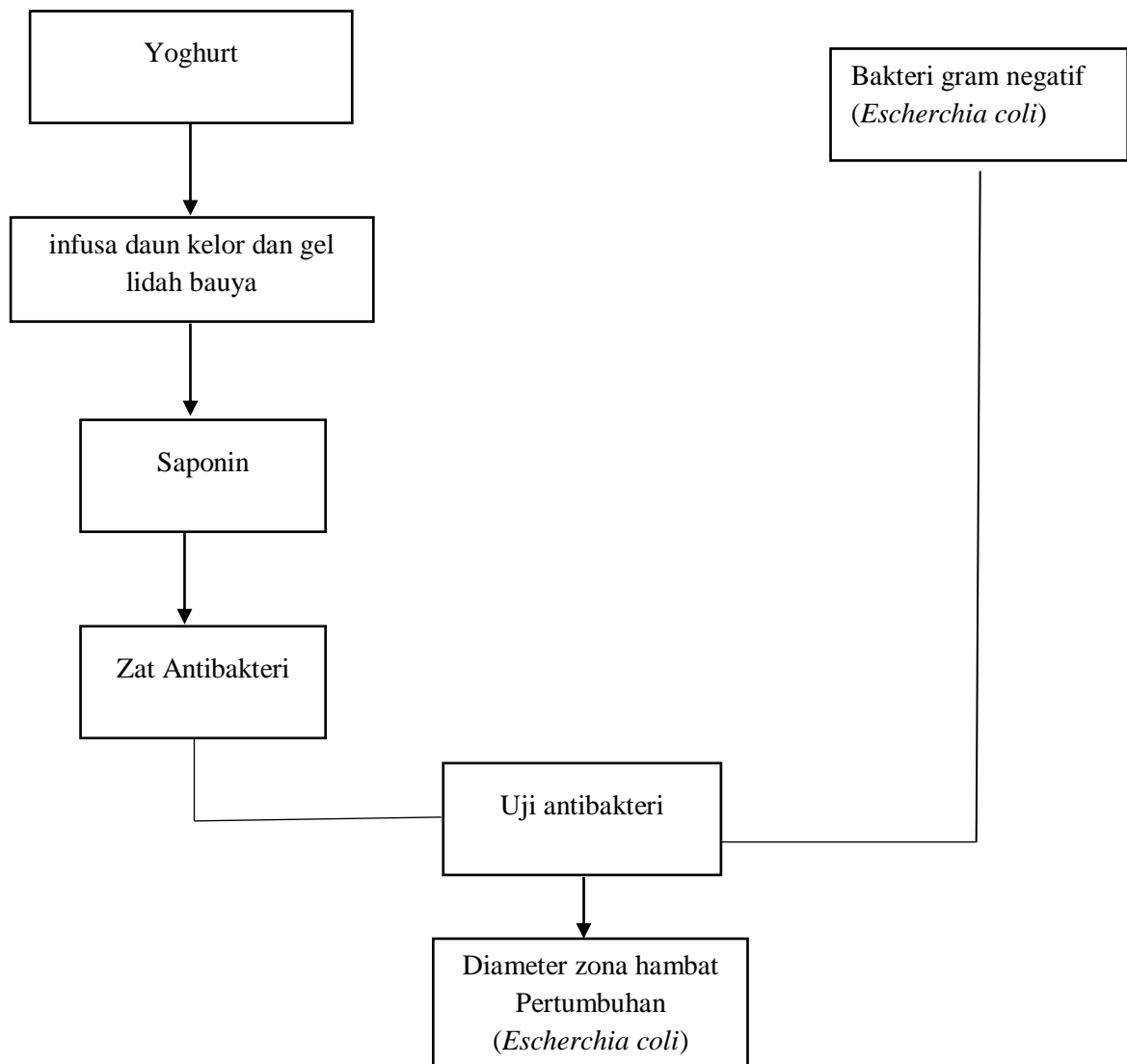
Escherichia coli yang menyebabkan diare sangat sering ditemukan di seluruh dunia. *Escherichia coli* ini diklasifikasikan oleh ciri khas sifat-sifat virulensinya dan setiap grup menimbulkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda. Secara garis besar, berbagai jalur *Escherichia coli* menyebabkan diare dengan salah satu dari dua mekanisme yakni :

1. *Escherichia coli* yang memproduksi enterotoksin, disebut *Escherichia coli* enterotoksigen, memproduksi salah satu atau kedua toksin yang berbeda. Satu adalah toksin yang tahan panas (ST) dan toksin yang labil terhadap panas (LT). Toksin LT menyebabkan peningkatan aktifitas enzim adenil siklase dalam sel mukosa usus halus dan merangsang sekresi cairan, kekuatannya 100 kali lebih rendah dibandingkan toksin kolera dalam menimbulkan diare. Toksin ST tidak merangsang aktifitas enzim adenil siklase. Bekerja dengan cara mengaktivasi enzim guanilat siklase menghasilkan siklik guanosin monofosfat, menyebabkan gangguan absorpsi klorida dan natrium, selain itu menurunkan motilitas usus halus.

2. *Escherichia coli* yang menimbulkan diare dengan invasi langsung lapisan epitelium dinding usus. Ketika invasi lapisan usus terjadi, penyakit diare terjadi karena pengaruh racun lipopolisakarida dinding sel (endotoksin) (Michael, 2000)

Escherichia coli patogen dapat mensekresikan beberapa faktor *adherence* sehingga mampu menempel pada tempat steril, seperti usus halus. Faktor *adherence* ini kemudian membentuk suatu struktur yang berbeda yang disebut *fimbrae*. *Fimbrae* ini berbeda dengan flagela yang dimiliki bakteri *Escherichia coli* non patogen. *Escherichia coli* patogen juga mensekresikan toksin dan protein lain yang mempengaruhi proses metabolik dasar sel eukariotik (Kaper, 2004)

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Bagan Kerangka Kons

