BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Susu Kambing

2.1.1. Pengertian Susu Kambing

Susu kambing adalah cairan putih yang dihasilkan oleh binatang ruminansia dari jenis kambing-kambingan (*capriane*). Bangsa binatang ini mulai menghasilkan susu sejak masa laktasi pertama, yakni kambing mulai mengeluarkan susu setelah melahirkan untuk pertama kalinya. Susu ini diperoleh dari pemerahan kambing mamalia yang sehat dan mengandung lemak, protein, laktosa serta berbagi jenis garam dan vitamin. Susu memiliki nilai gizi tinggi, baik untuk manusia maupun hewan muda dan cocok untuk media tumbuh mikroorganisme karena menyediakan berbagai nutrisi (Rini dan Wahyu, 2011)

2.1.2. Kandungan Nutrisi Susu Kambing

Susu kambing mempunyai kandungan gizi lengkap dan baik untuk kesehatan. Susu kambing bisa menjadi pilihan bagi yang tidak bisa mengkonsumsi susu sapi *(lactose intolerance),* karena laktosanya telah dicerna menjadi glukosa dan galaktosa, sehingga tidak menimbulkan diare. Susu kambing juga tidak mengandung *beta-lactoglobulin* sehingga tidak menyebabkan alergi. Rantai asam lemak susu kambing lebih pendek dari susu sapi sehingga lebih mudah dicerna dan diserap pada sistem pencernaan. Kandunganasam kaprik dan kapriliknya mampu menghambat infeksi terutama yang disebabkan oleh cendawan candida. Susu kambing

juga tidak mengandung *agglutinin* yaitu senyawa yang membuat molekul lemak menggumpal seperti susu sapi (Yunus, 2012).

Tabel 2.1 Kandungan gizi susu kambing per 100 gram

Komponen Gizi	Kandungan	
Air	87	g
Protein	3,48	%
Total Lemak	5,32	%
Ampas	13,57	%
Laktosa	4,11	%
Kasein	82,70	g
Whey protein	17,30	g
Mineral		
Kalsium (Ca)	21,14	g
Besi (Fe)	0,02	g
Magnesium (Mg)	1,72	g
Fosfor (P)	15,86	g
Seng (Zn)	0,07	g
Tembaga (Cu)	0,006	g
Asam Amino		
Triptofan	3,98	g
Treonin	4,67	g
Isoleusin	4,61	g
Leucin	9,80	g
Lisin	9,85	g
Methionin	2,24	g
Sistin	0,88	g
Fenilalanin	5,04	g
Tirosin	4,67	g
Valin	6,04	g
Arginin	3,90	g
Histidin	3,53	g
Alanin	3,39	g
Asam aspartat	7,19	g
Asam glutamate	19,96	g
Glisin	1,60	g
Prolin	8,93	g
Serin	4,39	g

(Laura, *et al*, 2009)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2.2. Kefir

2.2.1 Probiotik

2.2.1.1 Pengertian Probiotik

Kefir merupakan salah satu minuman probitoik. FAO/WHO mendefinisikan probiotik adalah mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup, dapat memberikan manfaat kesehatan bagi yang mengkonsumsinya (FAO/WHO, 2002) dengan memperbaiki keseimbangan mikroflora intestinal pada saat masuk dalam saluran pencernaan (Dommels, Kemperman, dan Draisma, 2009). Sebagian besar probiotik terdiri dari bakteri asam laktatkhususnya genus *Lactobacillus spp, Bifidobacteriu spp, Enterococcus spp, Streptococcus spp*. yang merupakan bagian dari flora normal pada saluran pencernaan manusia (Sujaya,Nursini, dan Widarini, 2010).

2.2.1.2 Manfaat Probiotik

Idealnya, strain probiotik tidak hanya mampu bertahan melewati saluran pencernaan tetapi juga memiliki kemampuan untuk berkembang biak dalam saluran pencernaan, tahan terhadap cairan lambung dan cairan empedu dalam jalur makanan dan memungkinkan untuk bertahan hidup melintasi saluran pencernaan. Selain itu, probiotik juga harus mampu menempel pada sel epitel usus manusia, mampu membentuk kolonisasi pada saluran pencernaan, mampu menghasilkan zat anti mikroba (bakteriosin) dan memberikan pengaruh yang menguntungkan kesehatan manusia. Syarat lainnya adalah tidak bersifat patogen dan aman jika dikonsumsi. Strain probiotik juga harus tahan dan tetap hidup selama

proses pengolahan makanan dan penyimpanan, mudah diaplikasikan pada produk makanan dan tahan terhadap proses psikokimia pada makanan (Prado,Parada, Soccol,2010)

Lactobacillus yang terdapat pada probiotik dapat memberikan efek yang menguntungkan bagi kesehatan seperti menstimulasi sistem kekebalan (*immune)* tubuh dan menurunkan kadar kolesterol (Lee, *et al*,2010), pencegahan kanker kolon dan usus dan penanggulangan dermatitis atopik pada anak-anak (Torii, *et al*,2010).

Probiotik dapat memproduksi bakteriosin untuk melawan patogen yang bersifat selektif hanya terhadap beberapa strain patogen. Probiotik juga memproduksi asam aktat, asam asetat, hidrogen peroksida, laktoperoksidase, lipopolisakarida, dan beberapa antimikrobial lainnya. Probiotik juga menghasilkan sejumlah nutrisi penting dalam sistem imun dan metabolism *host,* seperti vitamin B (Asam Pantotenat), piridoksin niasin, asam folat, kobalamin dan biotin serta antioksidan penting seperti vitamin K (Adams, 2009).

Konsumsi probiotik biasanya diaplikasikan pada pembuatan produk pangan olahan seperti yoghurt, keju, minuman penyegarm es krim, yakult, permen, kefir dan yoghurt beku. Jumlah minimal strain probiotik yang ada dalam produk makanan adalah sebesar 10^6 CFU/g atau jumlah strain probiotik yang harus dikonsumsi setiap hari sekitar 10^8 CFU/g, dengan tujuan untuk mengimbangi kemungkinan penurunan jumlah bakteri probiotik pada saat berada dalam jalur pencernaan (Senok, 2009).

2.2.2. Pengertian Kefir

Kefir berasal dari pegunungan Kaukasian sebelah utara atausebelah timur laut Mongolia, dan telah diproduksi selama ratusan tahundalam skala rumah tangga secara tradisional dalam kantung kulit, ataudalam tembikar. Bahan untuk pembuatan kefir biasanya adalah sususapi atau susu kambing. Kefir ini banyak diproduksi di negara-negara di Rusia. Kefirmengandung 0.5 – 1,0 % alkohol dan 0,9 – 1,1 % asam laktat. Produk inijuga sangat populer di Uni Soviet, dimana konsumsi kefir mencapai 4,5 kg perkapita per tahun (Tomislav, *et al*, 2013).

(Edward,2010)

Gambar 2.1
Kefir Grains

Kefir adalah produk susu yang berasa asam yang merupakan hasil fermentasi, kadar laktosa (lemak pada susu) diuraikan oleh bakteri yang terdapat didalam *kefir grains* (KG). (Erkan, *et al*,2012).

Kefir diperoleh melalui proses fermentasi susu pasteurisasi menggunakan starter berupa butir atau biji kefir (*kefir grain/kefir granule*), yaitu butiran-butiran putih atau krem dari kumpulan bakteri, antara lain *Streptococcus* sp., *Lactobacilli* dan beberapa jenis ragi/khamir non patogen. Bakteri berperan menghasilkan asam laktat dan komponen *flavor*, sedangkan ragi menghasilkan gas asam arang atau karbon dioksida dan sedikit alkohol yang menghasilkan buih (Tomislav, *et al*,2013).

Fermentasi susu menjadi kefir menghasilkan senyawa metabolit yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu eksopolisakarida dan peptida bioaktif. Kedua senyawa tersebut akan menstimulasi sistem kekebalan tubuh. Polisakarida yang terbentuk pada kefir juga berperan sebagaiantitumor.Senyawa lain yang terdapat pada kefir adalah kandungan *β- galactosidase* yang baik untuk penderita *laktose intoleran*t, yaitu suatu kondisi dimana laktosa tidak bisa tercerna karena adanya defisiensi enzim laktase yang akan menimbukan manifestasi klinik yang beragam, seperti sakit perut, mual, muntah, kembung, hingga diare (Sherly, 2012). Komponen antibakteri juga dihasilkan selama fermentasi kefir seperti asam organik (asam laktat dan asetat), karbondioksida, hidrogen peroksida, etanol, diacetil dan peptida (bakteriosin) yang tidak hanya berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan bakteri pembusuk selama pengolahan dan penyimpanan makanan, tetapi dapat

pula digunakan untuk pencegahan beberapa gangguan pencernaan dan infeksi patogen (Atasoglu, *et al*, 2010).

2.2.3. Pembuatan Kefir Dengan Bahan Baku Susu Kambing

Bahan baku yang digunakan sebaiknya adalah susu kambing yang masih segar, kemudian dipasteurisasi (dipanaskan pada suhu 85°C selama 30 menit) dengan tujuan untuk membunuh mikroba kontaminan sehingga mikroba dalam kultur dapat tumbuh lebih leluasa. Kemudian didinginkan dalam wadah hingga mencapai suhu kamar (18-25°C). Menurut penelitian yang telah dilakukan Wijaningsih (2008), *kefir grains* ditambahkan pada susu sebanyak 10%, yaitu jumlah starter yang memiliki sifat antimikroba tertinggi. Kemudian dinkubasi pada suhu 43,5°C selama 6 jam. Saat proses fermentasi berlangsung, bakteri asam laktat akan menguraikan laktosa menjadi asam laktat. Asam laktat menyebabkan penurunan pH sehingga kefir bercita rasa asam. Disamping penguraian laktosa, juga terjadi penguraian protein susu menjadi komponen yang lebih kecil yaitu asam amino. Selain itu, juga terjadi penurunan pembentukan gas CO_2 dan senyawa alkohol (0,08 – 2,0%). Setelah proses fermentasi selesai, selanjutnya kefir disaring untuk memisahkan butiran kefir. Kemudian dilakukan pengemasan dengan botol kaca atau plastik dan disimpan pada lemari es dengan suhu 2-5°C. Temperatur yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroorganisme sehingga pembentukan asam laktat berjalan lebih lambat (Ademaruli, 2010).

2.2.4. Komposisi Kefir

Tabel 2.2 Komposisi kefir tiap 100 gram

Komponen Gizi	Kandungan	
Energi	65	kkal
Lemak	3,5	%
Protein	3,3	%
Laktosa	4,0	%
Air	87,5	%
Milk Acid	0,8	g
Ethyl alkohol	0,9	g
Asam laktat	1	g
Kolesterol	13	mg
Fosfat	40	mg
Asam amino essensial :		
Triptofan	0,05	g
Phenylalanin + tyrosine	0,35	g
Leusin	0,34	g
Isoleusin	0,21	g
Threonin	0,17	g
Methionine + cystine	0,12	g
Lysine	0,27	g
Valine	0,22	g
Vitamin :		
A	0,06	mg
Caroten	0,02	mg
B_1	0,04	mg
B_2	0,17	mg
B_6	0,05	mg
B_{12}	0,5	mg
C	1	mg
D	0,08	mg
E	0,11	mg
Mineral :		
Kalsium	0,12	g
Fosfor	0,10	g
Magnesium	12	g
Potasium	0,15	g
Sodium	0,05	g
Chlorida	0,10	g
Besi	0,05	mg
Copper	12	µg
Molybdenum	5,5	µg
Zinc	0,36	mg

(Semih, Ozlem, 2010)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

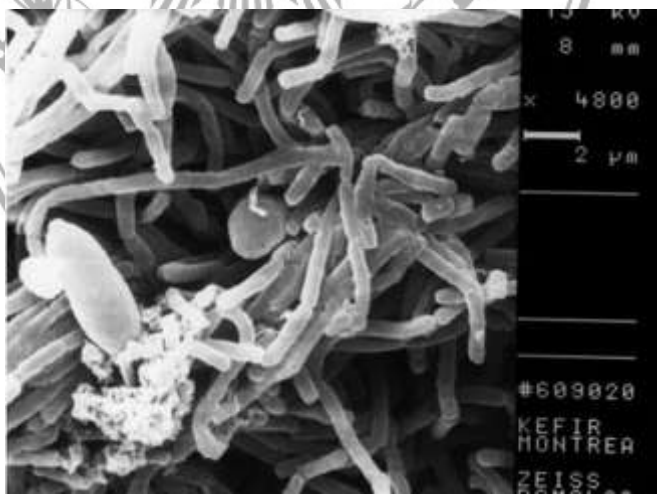
2.2.5. Mikroorganisme Kefir

Kefir grain mengandung lebih dari 50 spesies mikroorganisme.

Tabel 2.3Mikroorganisme dalam Kefir dan *kefir grains*

Mikroorganisme	
Acetobacter fabarum	*Lactobacillus helveticus*
Acetobacter lovaniensis	*Lactobacillus kefiranofaciens*
Acetobacter syzygii	*Lactobacillus kefiri*
Acinetobacter	*Lactobacillus casei*
Bifidobacterium spp	*Lactobacillus paracasei*
Candida inconspicu	*Lactobacillus parabuchneri*
Dysgonomonas	*Lactobacillus parakefiri*
Enterococcus faecium	*Lactobacillus plantarum*
Geotrichum candidum	*Lactobacillus satsumensis*
Gluconobacter japonicas	*Lactobacillus uvarum*
Halococcus spp.	*Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris*
Kazachstania aerobia	*Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*
Kazachstania exigua	*Leuconostoc lactis*
Kluyveromyces lactis	*Leuconostoc mesenteroides*
Kluvyromyces marxianus	*Pelomonas*
Kluyveromyces marxianus var.*lactis*	*Pichia fermentans*
Lachancea meyersii	*Pichia guilliermondii*
Lactobacillus amylovorus	*Pichia kudriavzevii*
Lactobacillus brevis	*Pseudomonas putida*
Lactobacillus buchneri	*Saccharomyces cerevisiae*
Lactobacillus kefiranofaciens subsp.	*Saccharomyces martiniae*
kefiranofaciens	*Saccharomyces turicensis*
Lactobacillus kefiranofaciens subsp.	*Saccharomyces unisporus*
kefirgranum	*Shewanella*
Lactobacillus casei subsp. *pseudoplantarum*	*Streptococcus thermophilus*
Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*	*Streptococcus cremoris*
Lactobacillus cripatus	*Streptococcus lactis*
	Weissella

(Tomislav,*et al*,2013)



(Edward, 2010)

Gambar 2.2
Electron Micrograph of a Kefir Grains

2.4 *Escherichia coli*

2.4.1 Taksonomi

Kingdom : Prokaryote

Divisio : Gracilicutes

Classis : Schizomycetes

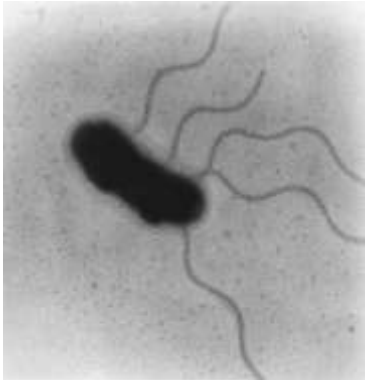
Ordo : Eubacteriales

Familia : Enterobacteriaceae

Genus : Escherichia

Spesies : *Escherichia coli*

(Syahrurachman dkk, 2009)



(Berg, 2004)

Gambar 2.3
Electron Micograph E.coli

2.4.2 Morfologi

Escherichia coli merupakan bagian dari flora normal saluran pencernaan. *Escherichia coli*dapat disebarkan dari tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif lewat makanan atau minuman. Morfologi dan ciri-ciri pembeda *Escherichia coli* yaitu berbentuk batang, gram negatif, berukuran 0,4-0,7 x 1,0-3,0 μm, dapat hidup soliter maupun. Biasanya tidak berkapsul, tidak berspora, umumnya motil, flora normal usus, namun seringkali menyebabkan infeksi. Bakteri *Escherichia coli* tersusun atas beberapa struktur, diantaranya :

2.4.2.1 Dinding sel

Dinding sel adalah struktur bakteri yang berfungsi untuk mempertahankan bentuk bakteri, menentukan sifat pewarnaan, antigenitas maupun patogenisitas bakteri. Secara kimiawi, dinding sel bakteri terdiri atas peptidoglikan yang tersusun dari *N-asetil glukosamin* dan *N-asetil*

asam muramat. Pada bakteri gram negatif kandungan peptidoglikan pada dinding selnya lebih sedikit, oleh karenanya bakteri Gram negatif lebih peka terhadap pengaruh mekanik. Selain peptidoglikan, dinding sel bakteri gram negatif juga mengandung lipopolisakarida, fosfolipid, lipoprotein yang berperan dalam proses masuknya bahan-bahan dari luar sel ke dalam sel serta menentukan sifat pewarnaan Gram. Selain itu, lipopolisakarida tersebut juga akan menghalangi terjadinya proses fagositosis dan juga bersifat toksik. Bahan toksik dari dinding bakteri gram negatif disebut endotoksin yang akan dilepas bila bakteri tersebut selnya rusak atau bakteri tersebut mati (Syahrurachman, dkk, 2009).

2.4.2.2 Membran sitoplasma

Membran sitoplasma adalah lapisan tipis yang terletak di sebelah dalam dinding sel, tersusun atas 60% protein dan 40% lipid yang umumnya berupa fosfolipid. Membran sitoplasma merupakan barier yang mempunyai sifat semipermeabilitas, berfungsi untuk mengatur keluar masuknya bahan-bahan dari dalam sel atau dari luar sel (Syahrurachman, dkk, 2009).

2.4.2.3 Flagela

Flagel berfungsi untuk membantu pergerakan bakteri, melekat dan konjugasi. Flagela tersusun dari protein yang disebut flagelin. Ukuran flagel berbeda antar species. Panjang flagel biasanya agak lebih panjang dari selnya tetapi diameternya antara 0,02 - 0,1 um. Kedudukan flagel ada yang bersifat terminal, ada yang bersifat lateral. Kedudukan flagel *E. coli* bersifat lateral yaitu peritrik dimana flagel tersebar dari ujung-ujung

sampai pada sisi. Rata-rata pergerakan bakteri *E. coli* kira-kira 25 u per detik atau 10 cm per jam(Syahrurachman, dkk, 2009*)*.

2.4.2.4 Pili

Pili atau *fimbriae* adalah struktur tambahan yang melekat pada permukaan dinding sel tetapi lebih pendek dari flagela dan lebih halus. Pili berfungsi sebagai alat untuk menempelkan bakteri pada sel hospes dan sebagai tempat proses pemindahan materi genetik dari salah satu bakteri ke bakteri yang lain (Syahrurachman, dkk, 2009*)*.

2.4.2.5 Inti sel

Terdapat DNA *(Deoxyribonucleic Acid)* yang terletak antara mesosom dan membran sitoplasma. Di dalam inti, terdapat kromosom sebagai pusat informasi genetik yang mengatur semua kegiatan dari bakteri tersebut, termasuk metabolisme maupun penentu sifat resistensi terhadap suatu antimikroba (Syahrurachman, dkk, 2009*)*.

2.4.2.6 Ribosom

Ribosom merupakan suatu partikel sitoplasma. Jumlah ribosom bervariasi sesuai dengan kondisi pertumbuhan, sel tumbuh cepat dalam medium yang sesuai, mengandung lebih banyak ribosom dibandingkan dengan sel yang tumbuh lambat dalam medium yang kurang memadai. Ribosom merupakan tempat sel membuat atau mensintesis protein (Syahrurachman, dkk, 2009*)*.

2.4.3 Struktur Antigen

2.4.3.1 Antigen O

Merupakan bagian terluar dinding sel yang tersusu dari senyawa lipopolisakarida yang bisa digunakan sebagai petanda serologik, dapat juga berperan sebagai faktor virulensi penting karena toksin (endotoksin), meningkatkan perlekatan organisme pada hospes, dan melindungi bakteri terhadap proses eliminasi oleh komplemen serum. Antigen O tahan terhadap panas dan alkohol. Antibodi terhadap antigen O adalah IgM. Biasanya antigen O berhubungan dengan penyakit khusus pada manusia seperti pada diare dan infeksi saluran kemih (Brooks dkk, 2013).

2.4.3.2 Antigen K

Suatu polisakarida yang merupakan bagian luar dari antigen O dapat ditemukan pada beberapa jenis bakteri, tetapi tidak pada semua enterobacteriaceae. Antigen K dapat mngganggu aglutinasi. Misalnya strain *E. coli* memproduksi antigen K1 yang merupakan penyebab perlekatan bakteri pada sel epiteliat yang memungkinkan invasi ke sistem gastrointestinal atau saluran air kemih (Brooks dkk, 2013).

2.4.3.3 Antigen H

Terletak pada flagella dan didenaturasi atau dihilangkan oleh panas atau alkohol. Antibodi yang mengadakan aglutinasi dengan antibodi H, biasanya adalah IgG. Antigen H pada permukaan bakteri dapat mempengaruhi aglutinasi oleh antibodi anti O. klasifikasi antigen enterobactericeae sering ditandai dengan adanya antigen spesifik (Brooks dkk, 2013).

2.4.3.4 *Colicin*

Colicin atau *bakteriocin* banyak diproduksi oleh bakteri gram negatif. Bahan bakterisidal yang mirip dengan virus ini diproduksi oleh rantai tertentu dari bakteri yang aktif terhadap beberapa ikatan dari spesies yang sama atau berhubungan erat. Produksi ini diatur oleh plasmid. Strain yang memproduksi bakteriosin akan tahan terhadap bakteriosinnya sendiri, dengan demikian bacteriocin dapat digunakan untuk *"typing"* (pengelompokan) dari organisme (Brooks dkk, 2013).

2.4.4 Reaksi Biokimia

Reaksi biokimia bakteri ini sangat khas. *Escherichia coli* menunjukkan hasil positif pada tes indol, lisin dekarboksilase, fermentasi manitol dan menghasilkan gas dari glukosa (Brooks dkk, 2013).

2.5 *Enterohemorrhagic Eschericia coli 0157:H7 (EHEC)*

Escherichia coli O157 H:7 adalah bakteri yang mempunyai peran cukup penting dalam penyakit zoonosis yang disebarkan melalui makanan. *E. coli* O157: H7 adalah salah satu jenis strain dari *E. coli* yang biasanya ditemukan di saluran pencernaan ternak sapi, domba,kambing, babi bahkan ayam. *E. coli* O157: H7 dalam saluran pencernaan hewan tidak menyebabkan hewan tersebut menderita sakit. Hewan tersebut dapat menjadi karier, yang dapat menyebarkan bakteri ini baik ke hewan lain maupun ke manusia (Andriani, 2009).

Escherichia coli O157 H:7 adalah salah satu bakteri patogen yang dapat menyebabkan gastroenteritis, dengan gejala mulai diare ringan sampai *haemorrhagic colitis* (HC), *haemolytic uremic syndrome* (HUS) dan

thrombocytopenia purpura (TPP), gagal ginjal dan kematian pada manusia. Penyebaran penyakit dapat terjadi secara zoonosis dari hewan (sapi) ke manusia, namun demikian dapat juga terjadi dari manusia ke manusia (Andriani, 2009).

2.5.1 Verotoksin dan Shiga like toxin (VTEC dan STEC)

Dari studi beberapa literatur disebutkan bahwa asal mula VTEC dapat dibagi menjadi dua bagian. Bagianpertama VTEC dilaporkan oleh Konowalchuk*et al.*(1977) bahwa toksin dari *E. coli* yang diisolasi darimanusia penderita diare dan anak babi penderita *edema disease* secara *in vitro* dapat mematikan sel Vero ataubersifat sitotoksin, sehingga toksin ini disebut denganverotoksin(Suwito, 2009).

Verotoksin adalah suatu protein yang terdiri dari satu bagian sub-unit A dan lima sub-unit B. Berat molekul sub-unit A 30-35 kDA dan sub-unit B 7-11 kDA . Sub-unit A merupakan bagian yang penting dari aktivitas toksin, sedangkan sub-unit B merupakan bagian yang berikatan antara toksin dengan reseptor membran *glycolipid* yang disebut *globotriaosylceramide* (Gb3) (Suwito, 2009).

Beberapa tahun kemudian, *E. coli* yang diisolasi dari manusia penderita diare tersebut juga dilaporkan memiliki sifat sitotoksin terhadap sel HeLa, dan toksin ini dapat dinetralisasi oleh serum yang dihasilkan oleh *Shigella dysenteriae* tipe 1 (Stx), sehingga toksin ini disebut juga dengan *Shiga like toxin*. Istilah *Shiga like toxin* digunakan di negara Amerika hingga tahun 1996, dan setelah mengetahui bahwa toksin yang dihasilkan *E.coli* tersebut, aktivitas

biologisnya sama dengan *S.dysenteriae* tipe 1 maka kelompok *E. coli* tersebut disebut *Shiga toxigenic E. coli* (STEC) (Suwito, 2009).

Shiga like toxin (Stx) terdiri dari dua macam yaitu Stx1 dan Stx2.Struktur antigenik *Shiga like toxin* 1 (Stx1) samadengan *Shigella dysenteriae* tipe 1 dan sifat antigenicserta daya toksisitasnya lebih kecil bila dibandingkandengan Stx2. *Shiga like toxin* 2 (Stx 2) lebih bersifat antigenik serta toksisitasnya lebih tinggi(Suwito, 2009).

2.5.2 Patogenesis *Enterohemorrhagic Eschericia coli 0157:H7 (EHEC)*

Sebagai bakteri patogen *Enterohemorrhagic Eschericia coli 0157:H7 (EHEC)* memiliki factor virulen yang akan membantu bakteri untuk menyerang hostnya. Factor virulen hemolysin (*hlyA*) dikode oleh adanya faktor plasmid yang terdapat di dalam bakteri EHEC. Toksin yang dihasilkan oleh *E. coli* O157: H7 dalam lumen usus manusia dapatmasuk ke lapisan usus bagian lebih dalam, akibat adanya faktor virulen yang lain yaitu intimin. Faktor virulen intimin dapat menyebabkan munculnya *attaching* dan *effacing lessions* sehingga terjadi locus *of enterocyte effacement (LEE)* yang diikuti oleh lepasnya mikrovili. Bakteri EHEC menghasilkan faktor protein EspA dan EspB yang dapat membantu terjadinya penempelan pada epitel usus, dengan dibantu adanya gene *eae* yang terdapat pada bakteri EHEC. Setelah bakteri EHEC berhasil menempel pada epitel usus dan menimbulkan lesi maka bakteri dan toksin yang telah dihasilkan dalam lumen usus dapat menembus ke bagian lapisan yang lebih dalam dan menembus lapisan endotel sehingga masuk kedalam aliran darah dan dapat menimbulkan efek sistemik (Christina R., *et al*, 2010).

2.5.3 Transmisi *Enterohemorrhagic Eschericia coli 0157:H7 (EHEC)* Pada Manusia

Infeksi EHEC dan VTEC pada manusia dibagi menjadi tiga yaitu: (1) bersifat infeksius pada manusia tetapi pada hewan tidak infeksius (EHEC 1 dan VTEC 1), (2) bersifat infeksius pada manusia dan hewan (EHEC 2), (3) jarang menimbulkan penyakit pada manusia dan hewan (VTEC 2). Kelompok EHEC 1 pada manusia selalu berhubungan dengan *E. coli*serotipe O157:H7 (Suwito, 2009).

Reservoir utama bakteri *E. coli 0157: H7* adalah hewan ternak. Hewan ternak yang mengandung bakteri dapat tidak bergejala. (Christina R., *et al* 2010).Daging dan susu yang telah terkontaminasi oleh *E. coli* O157: H7 dan tidak dimasak secara sempurna dapat menyebabkan infeksi *E.coli* O157: H7 pada manusia yang mengkonsumsi. Daging dan susu yang telah terkontaminasi bakteri *E. coli* O157: H7 tidak memperlihatkan perubahan organoleptik baik warna, rasa, maupun bau. Manusia yang tempat tinggalnya berdekatan dengan peternakan juga dapat terinfeksi bakteri *E. coli* O157: H7 yang berada dalam peternakantersebut. Selain disebarkan oleh ternak sapi melalui daging dan susunya, bakteri *E. coli* O157: H7 juga dapat ditularkan dari manusia yang telah terinfeksi ke manusia yang lainnya. Penyebaran bakteri *E. coli* O157: H7 dari manusia ke manusia yang lain terjadi secara peroral (Andriani, 2009).Selain itu,infeksi*E. coli 0157: H7* dapat ditularkan melalui air*(waterborn infections)* (Christina R., *et al*, 2010).

2.5.4 Manifestasi Klinis Infeksi *Enterohemorrhagic Eschericia coli 0157:H7 (EHEC)* Pada Manusia

Gejala klinis infeksi oleh bakteri EHEC dapat muncul 5 hingga 10 hari maupun beberapa bulan kemudian setelah konsumsi makanan atau air yang terkontaminasi. Kejadian infeksi oleh bakteri EHEC biasanya ditandai dengan gejala klinis nyeri abdomen, diikuti dengan diare cair pada 24 jam pertama, selanjutnya diikuti adanya perdarahan, mual dan muntah, tetapi tidak diikuti dengan peningkatan suhu tubuh. Masa inkubasi infeksi EHEC berkisar antara 3 sampai 9 hari. Pada pemeriksaan abdomen akan didapatkan distensi abdomen dan nyeri tekan pada kuadran kanan bawah (Christina R., *et al*, 2010).

Dari hasil pemeriksaan darah akan didapatkan leukositosis, adanya tanda anemia hemolitik mikroangiopatik (hematokrit < 30%), trombositopeni (<150 x 10^9/L), dan insufisiensi renal (BUN >20 mg/dL). Dari pemeriksaan urinalisa menunjukkan hematuria yang dapat disertai dengan proteinuria (Farthing, M. Salam, Lindberg, 2012).

Trombositopeni purpura juga dapat terjadi, tetapi lebih jarang daripada *HUS*. Pada anak-anak dibawah usia 5 tahun dapat menyebabkan *Haemolytic Uremic Syndrome (HUS)* yang dapat mengakibakan gagal ginjal akut. Pada penderita HUS biasanya mengalami gejala khas yaitu gagal ginjal akut, anemia hemolitik, trombositopeni dan nefropati. Bila infeksi berkembang sampai sistem saraf maka pasien akan mengalami koma yang biasanya diikuti dengan kematian (Farthing, M. Salam, Lindberg, 2012).

2.6 Aktivitas Antimikroba

Komponen antimikroba adalah suatu komponen yang bersifat dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau kapang (bakteriostatik atau fungistatik) atau membunuh bakteri atau kapang (bakterisidal atau fungisidal). (Wiwik, 2008). Antimikroba harus mempunyai toksisitas setinggi mungkin terhadap bakteri target, tetapi relatif tidak toksik terhadap hostnya (Ida L., 2010)

2.6.1 Mekanisme Kerja Antimikroba Secara Umum

Beberapa antimikroba mempunyai cara yang berbeda-beda dalam menghambat atau membunuh bakteri penyebab penyakit. Cara kerja antibiotik tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menghambat sintesis dinding sel

   Dinding sel berfungsi untuk melindungi membran protoplasma dibawahnya terhadap trauma baik osmotik maupun mekanik. Dengan terhambatnya sintesis dinding sel menyebabkan bakteri peka terhadap tekanan osmotik. Tekanan osmotik yang tinggi didalam sel akan mengakibatkan terjadinya lisis. Hal ini menjadi dasar efek bakterisidal pada bakteri. Contoh antibiotik jenis ini adalah *ß-lactam* (*penicillin* dan *cephalosporin)* (Ida L., 2010)

2. Mengganggu keutuhan membran sel

   Membran sel merupakan pembatas osmotik bagi bebasnya difusi antara lingkungan dalam dan luar sel. Gangguan dalam keutuhan membran sel tersebut dapat menyebabkan terjadinya kebocoran dan kematian sel bakteri, mempengaruhi konsentrasi metabolit dan bahan gizi dalam sel,

menghambat proses pernafasan dan aktivitas biosintetik tertentu yang secara keseluruhan mempengaruhi kehidupan sel bakteri itu sendiri. Contoh antibiotik jenis ini adalah *polymyxin* yang berikatan dengan fosfat pada fosfolipid membran sel bakteri sehingga merusak struktur membran sel tersebut (Ida L., 2010)

3. Menghambat sintesa protein

Sintesis protein meruakan hasil akhir dari 2 proses utama yaitu transkripi dan transalasi. Sintesis ini terjadi pada ribosom. Streptomisin dapat berikatan dengan ribosom 30S sehingga menyebabkan kode pada mRNA *(Messengger Ribonucleic Acid)* salah dibaca oleh tRNA *(Transfer Ribonucleic Acid)* dan terbentuk protein abnormal dan non fungsional bagi sel bakteri (Ida L., 2010).

4. Menghambat sintesis asam nukleat

Sintesis asam nukleat erat kaitannya dengan proses duplikasi dan transkripsi. Setiap zat yang mengganggu proses sintesis ini akan mempengaruhi seluruh fase pertumbuhan dan metabolisme sel bakteri. Rifampisin dapat berikatan dengan enzim polymerase-RNA *(Ribonucleic Acid)* sehingga menghambat sintesa RNA dan DNA oleh enzim tersebut (Ida L., 2010).

5. Menghambat metabolisme sel bakteri

Enzim-enzim yang berperan dalam proses metabolisme seringkali dihambat oleh senyawa-senyawa yang mempunyai struktur mirip dengan substrat asalnya. Senyawa ini bergabung dengan enzim tersebut sehingga mencegah kombinasi substrat-enzim dan reaksi-reaksi katalitik.

Sulfonamid bersaing dengan *PABA(Para-Aminobenzoic Acid)* untuk ikutserta dalam pembentukan asam folat sehingga terbentuk analog asam folat yang non fungsional. Akibatnya kelangsungan hidup bakteri terganggu (Ida L., 2010).

2.6.2 Mekanisme Kerja Antimikroba Kefir

Kemampuan senyawa antimikroba untuk menghambat aktivitas pertumbuhan mikroba dalam sistem pangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya temperatur, pH (keasaman), ketersediaan oksigen dan interaksi/sinergi antara beberapa faktor tersebut (Wijaningsih, 2008)

Menurut Chifiriuc, Cloaca dan Lazar (2011), pengamatan terhadap semua susu fermentasi yang diberi kefir menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap *Bacillus subtilis, S. aureus, E. faecalis* dan *S. enteridis.* Kemampuan kefir memiliki aktivitas antimikroba dihubungkan dengan kemampuan kefir memproduksi asam organik, *peptide* (bakteriosin), karbon dioksida, hidrogen peroksida, dan etanol. Zat-zat tersebut tidak hanya mengurangi jumlah bakteri patogen tetapi juga sebagai terapi dan pencegahan gastroenteritis dan infeksi saluran kencing (Braz J., 2013)

Kefir yang terdiri dari bakteri asam laktat memiliki sifat antimikroba yang dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu berupa metabolit primer dan bakteriosin. Metabolit primer yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat seperti asam laktat, CO_2, *diasetil asetalhida* dan hidrogen peroksida. Sedangkan bakteriosin adalah suatu senyawa protein yang memiliki kemampuan sebagai bakterisida (Wijaningsih, 2008). Senyawa-senyawa tersebut tidak hanya berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen

dan bakteri pembusuk selama pengolahan dan penyimpanan makanan tetapi dapat pula digunakan untuk pencegahan beberapa gangguan pencernaan dan infeksi patogen (Atasoglu C., *et al*, 2010).

Bakteri asam laktat yang terkandung di dalam kefir akan menghasilkan asam organik, bakteriosin, dan hidrogen peroksida yang merupakan senyawa antimikroba, dan bahan-bahan lain seperti etanol dan karbondioksida (Abdelbasset M., Djamila, 2008). Asam organik akan merusak dinding sel bakteri EHEC. Pada dinding sel, bakteri asam laktat juga akan mengubah laktosa/ glukosa menjadi asam-asam organik yang menyebabkan penurunan pH. pH yang rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang tidak tahan terhadap asam (Wahyuni E., Masdiana C., Dyah A., 2011).

Sementara itu, bakteriosin yang merupakan substansi protein yang memiliki berat molekul kecil dapat berperan sebagai bakterisida. Bakteriosin dapat merusak ribosom dan membran sitoplasma bakteri EHEC. Bakteriosin akan menghambat sintesa protein pada ribosom, jika sintesa protein dihambat maka bakteri tidak dapat mensintesa protein atau menyebabkan terbentuknya protein yang abnormal dan nonfungsional sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan metabolisme bakteri EHEC (Wahyuni E., Masdiana C., Dyah A., 2011).

Senyawa antimikroba juga dapat merusak membran sitoplasma bakteri EHEC dengan membentuk pori pada sel bakteri sehingga membran akan mengalami kebocoran (Wahyuni E., Masdiana C., Dyah A., 2011). Pada bakteri, membran sitoplasma berfungsi sebagai *barrier* permeabilitas selektif dan mengontrol komposisi internal sel bakteri. Jika fungsi membran

sitoplasma dirusak, akan menyebabkan komponen-komponen intrasel bakteri seperti asam nukleat, protein dan nukleotida merembes keluar dari sel, mencegah masuknya bahan-bahan makanan ke dalam sel dan keluarnya cairan di dalam sel sehingga mengakibatkan plasmolisis. Keadaan tersebut dapat menyebabkan metabolisme sel terhambat sehingga bakteri tidak dapat tumbuh dan menghasilkan energi yang selanjutnya akan menyebabkan kematian sel bakteri EHEC (Brooks G., dkk, 2013)

Selain itu bakteri asam laktat juga akan menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang akan membentuk radikal bebas dan berperan sebagai oksidator yang mengoksidasi sel bakteri patogen sehingga bakteri EHEC akan mengalami kematian (Wahyuni E., Masdiana C., Dyah A., 2011).

Kefir yang juga merupakan minuman probiotik juga dapat memperbaiki proses pencernaan dengan menyediakan mikroorganisme yang diperlukan dalam proses pencernaan. Kefir memberikan nutrisi yang berkualitas tinggi dan seimbang yang diperlukan sebagai bahan untuk memperbaiki sel yang rusak, maupun untuk menjalankan fungsi tubuh secara seimbang sehingga organ tubuh dapat kembali berfungsi dengan normal. Kefir memiliki zat antimikroba alami serta derajat keasaman tinggi yang akan menekan pertumbuhan bakteri patogen (Wijaningsih, 2008).

Bakteri di dalam kefir juga dapat memberikan manfaat untuk tubuh manusia, antara lain *Streptococcus lactis* dapat menghidrolisis protein susu, meningkatkan daya cerna susu, memperbaiki pencernaan lambung, menghambat pertumbuhan mikrorganisme berbahaya dan memproduksi *bakteriolysin.Streptococcus cremoris* sama seperti *S. lactis,* lebih tahan

terhadap *phages* dan meningkatkan citarasa kefir. *Lactobacillus casei* mampu membentuk koloni di saluran pencernaan, menempel pada mukosa usus, menciptakan lingkungan yang sesuai bagi keseimbangan mikroba usus, membatasi pembusukan di usus dan dapat menghambat bakteri patogen (Wijaningsih, 2008).

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG