

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kefir**

##### **2.1.1 Pengertian Kefir**

Kefir adalah minuman susu fermentasi tradisional yang diproduksi dengan menggunakan mikrobiota alami yang unik dari biji kefir. Meskipun tidak ada catatan yang diketahui dalam literatur tentang asal usul butiran kefir pertama atau produksi kefir pertama (Guzel-Seydim et al., 2010), telah diproduksi selama ratusan tahun di Pegunungan Kaukasus Utara (Lopitz-Otsoa et al., 2006). Menurut literatur, kata kefir, yang berasal dari kata Turki "keyif", berarti "perasaan baik" (Leite et al., 2013). Hal ini juga dikenal di negara-negara Eropa dengan berbagai nama termasuk képhir, kiaphur, kefir, képher, knapon, kefer, kepi, kippi, dan kippe (Stepaniak dan Fetlinsk, 2003; Farnworth dan Mainville, 2008). Berikut contoh gambar kefir grain :



**Gambar 2. 1 Kefir Grains Sumber (. & ., 2003)**

Kefir juga dikenal sebagai minuman probiotik, biasanya dibuat dengan cara mempasteurisasi susu dan diinokulasi dengan kefir grain (biji kefir) yang mengandung kumpulan bakteri asam laktat (*Lactobacillus*, *Lactococci*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus parakefir*, *Lactobacillus granitobacillus* ), Ragi dan Bakteri Asam Laktat (Anonim, 2007). Kefir berperan menjadi probiotik yang bisa mencegah tumbuhnya mikroorganisme penyebab penyakit pada pencernaan, selain itu juga bermanfaat bagi kesehatan, karena kefir dipercaya dapat meningkatkan HDL (high density lipoprotein). (Farnworth,2006).

### 2.1.2 Perbedaan Kefir dan Yogurt

Kefir adalah produk fermentasi yang dapat dibuat dari susu sapi, kambing, kerbau, unta dan kedelai dengan menambahkan bahan awal biji kefir, antara lain bakteri asam laktat (BAL) dan khamir tertentu, yang terikat pada matriks polisakarida. Kefir merupakan produk fermentasi yang unik karena fermentasi laktosa menghasilkan asam laktat dan etanol. Kefir dibuat dari aksi mikroorganisme dalam biji kefir. Kefir merupakan produk fermentasi dengan rasa dan rasa yang khas, karena termasuk dalam minuman berkarbonasi. Secara umum mikroorganisme yang terdapat dalam biji kefir berperan dalam mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen (Triana, 2021).

Kandungan mikroflora yang terdapat di dalam kefir diantaranya *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* dan yeast seperti *Saccharomyces* yang membentuk matriks polisakarida dan protein. Kefir tergolong makanan sehat karena efek kesehatannya telah teruji secara klinis, dan termasuk dalam makanan probiotik karena mengandung bakteri baik yang dapat memperbaiki flora usus dan mencegah pertumbuhan bakteri patogen di usus. (Achmad, 2022).

Menurut SNI 2981:2009 yoghurt adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu atau susu rekonstitusi 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. Proses fermentasi yogurt mengubah laktosa yang terdapat dalam susu menjadi asam laktat. Penggunaan starter yogurt sebanyak 2–5% dari bahan yang digunakan. Selama proses fermentasi susu, *Lactobacillus bulgaricus* memecah laktosa menjadi asam laktat serta menghasilkan asetaldehid yang memberi aroma khas pada susu fermentasi. *Lactobacillus bulgaricus* bersifat proteolitik yang mampu memecah protein sehingga mudah dicerna dan diserap saluran pencernaan. Penggunaan inokulasi starter memungkinkan terjadinya perubahan laktosa dan produksi asam laktat yang berakibat pada penurunan pH, sehingga kadar asam yogurt relatif tinggi dan terbentuknya gumpalan yogurt (Robinson, 1990).

### 2.1.3 Proses pembuatan kefir

Ada berapa metode pembuatan kefir menurut Otles et al (2003). Proses tradisional dan industri banyak digunakan, dan ilmuwan pangan saat ini sedang meneliti teknik modern untuk menghasilkan kefir dengan karakteristik yang sama dengan kefir biasa. Kefir dapat dibuat dari susu, sapi, kambing, domba, kelapa, beras atau kedelai. Ada banyak pilihan susu;

dipasteurisasi, tidak dipasteurisasi, penuh lemak, rendah lemak, rendah lemak dan rendah lemak.

Cara tradisional membuat kefir adalah dengan menambahkan butiran kefir secara langsung. Susu mentah direbus dan didinginkan hingga 20-25 °C dan diinokulasi dengan 2-10% (biasanya 5%) biji kefir. Setelah difermentasi selama 18-24 jam pada suhu 20-25 °C, biji-bijian dipisahkan dari susunya dengan ayakan dan dapat dikeringkan pada suhu kamar dan dibiarkan dingin untuk vaksinasi berikutnya. Kefir disimpan pada suhu 4°C selama beberapa waktu, setelah itu siap untuk dikonsumsi. (Karagozlu dan Kavas, 2000).

Dalam proses industri kefir, metode yang berbeda dapat digunakan tetapi pada prinsipnya sama. Langkah pertama adalah menghomogenkan susu menjadi 8% bahan kering dan dilakukan perlakuan panas pada suhu 90-95 °C selama 5-10 menit. Kemudian didinginkan pada 18-24°C dan diinokulasi dengan kultur kefir 2-8% (bakteri starter) dalam tangki. Waktu fermentasi diubah selama 18 sampai 24 jam. Massa yang menggumpal dipindahkan dalam botol. Setelah jatuh tempo pada 12-14°C atau 3-10°C selama 24 jam, kefir disimpan pada suhu 4°C (Koroleva, 1988).

#### **2.1.4 Proses Fermentasi Kefir**

Kefir diperoleh dari susu sapi, kambing atau domba melalui proses fermentasi sehingga memproduksi asam dan alkohol dengan bantuan (BAL), yang hidup dalam butiran kefir. Bentuk butiran kefir seperti kembang kol berwarna putih kekuningan, setiap butir berdiameter 2-15 mm dan berat beberapa gram. Pada akhir fermentasi, butiran kefir dikumpulkan dengan cara penyaringan. Dari metabolisme gula yang terjadi selama fermentasi, kelompok bakteri yang menghasilkan satu produk saja (homofermentasi) menghasilkan hampir 90% asam laktat dan beberapa asam asetat. (Usmiati dan Sudono, 2004: 13).

Jika dilihat dari proses fermentasinya, kefir diperoleh melalui proses fermentasi oleh bakteri asam laktat yang melakukan metabolisme. Dari literatur Usmiati (2004) dijelaskan bahwa Bakteri homofermentasi menghasilkan hampir 90% asam laktat selama fermentasi metabolisme gula, sedikit asam asetat, sedangkan bakteri yang produk akhirnya berupa asam (heterofermentasi) menghasilkan asam laktat, dan etanol, serta menghasilkan komponen flavor susu yang difermentasi. Kefir starter memiliki komposisi protein dan campuran beberapa jenis mikroba. Bakteri asam laktat dan ragi yang terdapat pada starter kefir hidup bersimbiosis dan berfungsi pada proses fermentasi asam laktat dan alkohol.

Selain itu, menurut Buckle dkk. (1987) Rasa pada kefir yaitu adanya Asam laktat yang berasal dari metabolisme gula menurunkan pH media tanam lalu menyebabkan rasa asam. Asam laktat yang terbentuk selama glikolisis laktosa adalah penyebab utama peningkatan keasaman produk susu asam. Prinsip utama dalam produksi asam laktat melalui proses fermentasi adalah memecah laktosa menjadi bentuk monosakarida dan dengan bantuan enzim laktase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat diubah dari monosakarida ini menjadi asam laktat.

## 2.2 Starter Bibit Kefir

Kultur fermentasi kefir disebut dengan kefir grain dan mengandung mikroba yang terdiri dari bakteri dan ragi yang masing-masing berperan dalam menciptakan rasa dan tekstur kefir. Bakteri menyebabkan keasaman, sedangkan ragi menghasilkan alkohol dalam proses fermentasi. Ini yang membuat rasa yogurt dan kefir berbeda. Komposisi mikroba biji kefir dapat bervariasi, sehingga produk kefir yang sudah jadi terkadang memiliki cita rasa yang berbeda. Spesies mikroorganisme yang berada dalam bibit kefir diantaranya *Lactococcus apcidophilus*, *L. kefir*, *L. kefirgranum*, dan *L. parakefir* yang berfungsi dalam pembentukan asam laktat dari laktosa. *Lactobacillus kefiranofaciens* sebagai pembentuk lendir (matriks butiran kefir), *Leuconostoc* sp. Membentuk diasetil dari sitrat, dan *candida kefir* pembentuk etanol dari laktosa. (Hidayat dkk, 2006).

Menurut Codex Stan 243-2003, kefir adalah susu fermentasi yang dibuat dari biakan biji kefir yang terdiri dari mikroorganisme seperti *Lactobacillus kefiri* dan spesies lainnya, serta, *Lactococcus* dan *Acetobacter*, yang hidup dan memiliki hubungan yang erat dan khusus. Biji kefir juga mengandung ragi fermentasi laktosa (*Kluyveromyces marxianus*) dan ragi bebas laktosa (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae*). Rasa, warna dan tekstur kefir mirip dengan yogurt dan baunya ragi (khas tape). Sifat sensorik kefir dapat digambarkan sebagai berikut: warna putih atau kekuningan, aroma stabil dan beragi, rasa asam segar, tekstur agak kental tetapi tidak lengket, elastis (Wszolek et.al.,2006 dalam Sriantra,2015).

### 2.2.1 Manfaat Kefir

Kefir memiliki tekstur dan tampilan yogurt dengan sedikit aroma alkohol. Kefir diklasifikasikan sebagai makanan kesehatan karena efek kesehatannya telah teruji secara klinis. Kefir merupakan salah satu makanan probiotik karena mengandung bakteri baik yang dapat memperbaiki flora usus dan mencegah pertumbuhan bakteri patogen pada usus. Otes dan Cagindi (2003) menyatakan bahwa selain bakteri baik dan ragi, kefir juga mengandung

vitamin, mineral dan asam amino esensial yang membantu memelihara dan meningkatkan fungsi tubuh. Menurut Winarno dan Fernandez (2007), kefir memiliki manfaat kesehatan yang sangat baik bagi tubuh manusia, antara lain mencegah infeksi saluran kencing. mengobati infeksi. Infeksi diare dan stimulasi pembentukan saluran pencernaan. Sistem imun. (Dan et al., 2023)

## 2.3 Madu

### 2.3.1 Pengertian madu

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-1994, madu adalah cairan manis yang dibuat oleh lebah dari berbagai sumber nektar. Nektar adalah sejenis cairan yang dihasilkan oleh kelenjar nektar tumbuhan, kaya akan berbagai karbohidrat (3-87%) seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa, serta mengandung sedikit senyawa nitrogen seperti asam amino dan mineral. Madu yang dimasak mengandung fruktosa 41,0%, glukosa 35,0%, sukrosa 1,9%, dekstrin 1,5%, mineral 0,2%, air 17% dan zat lain, termasuk asam amino 3,5%.



**Gambar 2. 2 Madu Sumber (Hapsoh, Gusmawartati, 2017)**

Madu merupakan cairan alami yang umumnya manis, berasal dari nektar bunga yang dikumpulkan oleh lebah madu. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545:2013, definisi madu adalah cairan alami yang umumnya adalah rasa manis yang dihasilkan oleh lebah (*Apis* sp.) dari sari bunga rumput (golden nektar) atau bagian tanaman lainnya. Menurut Codex Alimentarius (2001), madu adalah zat manis yang dihasilkan oleh lebah, yang berasal dari nektar bunga atau sekresi tumbuhan yang dikumpulkan oleh lebah. Madu dapat berubah bentuk dan mengandung senyawa tertentu yang berasal dari tubuh lebah. Kemudian disimpan dalam sarang sampai matang.

Sifat fisik dan kimiawi madu berbeda-beda tergantung faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi sifat kepentingan. Faktor eksternal seperti waktu tahun, kondisi tanah atau lokasi geografis penanganan dan penyimpanan. (Babarinde et al., 2011).

### 2.3.2 Manfaat Madu

Adapun Manfaat madu menurut Kementrian Kesehatan (2022) adalah sebagai berikut:

Lebah yaitu serangga sosial dengan segudang khasiat. Apapun yang lebah hasilkan diketahui memiliki manfaat bagi kesehatan. Secara umum, madu mengacu pada cairan kental warna kuning pucat serta kuning keemasan dengan rasa serta bau khas, yang diproduksi oleh lebah atau serangga jenis tawon.

Madu murni biasanya terbuat dari nektar yang memiliki cairan manis pada mahkotanya dan dapat dikonsumsi oleh lebah atau tawon, yang kemudian dikumpulkan dan disimpan di dalam sarang untuk diolah sebagai makanan pokok. Lebah merubah sakarida menjadi madu dengan cara mengunyah berulang kali hingga tercerna. Namun proses tersebut tidak terjadi sekaligus, karena ketika dikunyah sakaridanya masih cair dan dominan mengandung air, proses selanjutnya adalah sebanyak mungkin penguapan dan konversi oleh enzim. Lebah melakukan ini sebagai cadangan di musim dingin atau saat makanan langka.

### 2.3.3 Madu sebagai Antibakteri

Salah satu fungsi dari madu yaitu dapat memblok pertumbuhan dari suatu mikroorganisme berbahaya diantaranya *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Kinoo et al., 2012). Antibakteri yang dihasilkan oleh madu berasal dari suatu senyawa flavonoid yang terkandung didalam nya, mekanisme nya terjadi dari tekanan osmotik pada madu itu sendiri, keasaman dan senyawa protein. (Rio dkk., 2012; Nadhila, 2014).

Seria et al. (2010), aktivitas antibakteri juga dipengaruhi oleh kandungan mikroorganisme asli madu tersebut. Mikroorganisme dalam madu adalah khamir, kapang dan spora bakteri yang berasal dari nektar, proses pemasakan dan penyimpanan madu.

Madu mengandung sejumlah besar glukosa dan fruktosa. Penelitian Winarno (1982), glukosa dan fruktosa berkonsentrasi tinggi, bersama dengan zat organik lainnya, mudah diserap di usus, sehingga dapat bertindak sebagai stimulan pencernaan dan meningkatkan nafsu makan. Selain itu, madu juga memiliki sifat antimikroba.

### 2.3.4 Sifat Madu

Madu adalah larutan gula jenuh mengandung sedikit mineral, protein. Kekentalan madu sangat dipengaruhi oleh kadar air, suhu dan jenis flora berbunga. Viskositas madu menurun dengan meningkatnya suhu atau peningkatan kadar air. Efek peningkatan kadar air 1% setara dengan peningkatan suhu sekitar 3,5 °C. pada suhu yang sama. Pada suhu 25 °C, madu dengan kadar air 16,5%, yang diekstrak dari "rumpun sage", memiliki viskositas 115 poise. Madu yang memiliki khasiat yang sama namun berasal dari "Sweet Clover" ini memiliki kekentalan hanya sekitar 87,5 poise. SNI (2004).

### 2.3.5 Jenis Madu

Pada sumber bunganya (nektar), madu dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu madu bunga tunggal dan madu multibunga. Madu yang berawal dari satu spesies tumbuhan, misalnya randu dan kalengkeng. Madu opium adalah produk yang diproduksi oleh lebah yang mengonsumsi nektar opium. Madu kalengkeng merupakan madu yang dihasilkan oleh lebah yang mengonsumsi nektar tanaman kelengkeng. Madu monofloral berasal dari satu spesies nektar atau didominasi oleh satu nektar. Madu polifloral adalah madu yang berasal dari beberapa tumbuhan yang berbeda, misalnya madu hutan dari lebah yang menerima nektar dari banyaknya tumbuhan. SNI (2004).

Madu dapat dibagi kembali menurut asal nektar dan wujud madu yang biasa digunakan dalam penjualan. Berbagai macam madu dapat dibuat dari asal nektar yang berbeda dan dikenal sebagai madu herbal, madu ekstra nabati, dan madu (honeydew honey). Madu bunga terbuat dari nektar bunga. Jika nektar berawal dari beberapa bunga yang berbeda lalu madu yang dihasilkan bernama madu polifloral, jika berasal dari satu spesies tumbuhan bernama madu monofloral. Madu ekstravegetatif, madu yang terbuat dari nektar luar bunga, yaitu bagian tumbuhan lain contohnya daun, ranting serta batang. Honeydew dihasilkan dari cairan yang dikeluarkan oleh serangga dari keluarga Lekanidae, Psyllidae atau Lechnidae, yang tersebar pada bagian tumbuhan. Lebah kemudian menelan cairan ini dan mengumpulkannya di bagian tertentu yang disebut sarang. Ada juga beberapa jenis madu, misalnya honeycomb honey, yaitu madu yang dipasarkan dengan sel sarang lebah. Madu cair dan madu butiran (kristal). Madu butiran juga sering disebut "madu krim". SNI (2004).

## 2.4 Antibakteri

Senyawa antibakteri merupakan senyawa yang dapat mempengaruhi pertumbuhan atau metabolisme bakteri (Pelczar & Chan, 1986). Karena toksisitasnya, agen antibakteri

dapat membunuh bakteri (bakterisidal) dan menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik). Agen antibakteri bakteriostatik hanya menghambat pertumbuhan bakteri dan tidak mematikan, sedangkan agen bakteriosidal dapat membunuh bakteri. Bakteriostatik dapat memiliki efek bakterisidal dalam konsentrasi tinggi. Antibiotik spektrum luas jika dapat membunuh bakteri gram positif dan gram negatif, antibiotik spektrum sempit jika hanya membunuh bakteri gram positif atau gram negatif, dan antibiotik spektrum sempit jika efektif terhadap jenis bakteri tertentu (Dwijoseputro, 1990).

Salah satu fungsi dari kefir yaitu dapat digunakan untuk meningkatkan proses pencernaan karena kefir mengandung mikroorganisme baik bagi saluran pencernaan, selain itu kefir juga mengandung nutrisi yang tinggi yang dapat memperbaiki fungsi sel yang rusak dan meningkatkan organ tubuh untuk berfungsi dengan normal. Kefir memiliki antibiotik alami yang diproduksi oleh mikroba (mikroflora ramah manusia/menguntungkan) dan keasaman tinggi, yang mencegah pertumbuhan bakteri patogen. (Ensminger, 1995).

*Streptococcus lactis* merupakan salah satu mikroorganisme yang berperan penting dalam proses fermentasi pada kefir yang mampu melakukan peningkatan proses penyerapan susu, menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya, memperbaiki saluran pencernaan lambung, dan meningkatkan bakteriolisin. Seperti *S. lactis*, *Streptococcus cremoris* lebih tahan terhadap fag dibandingkan *S. lactis* dan meningkatkan cita rasa kefir. *Lactobacillus plantarum* menolak aktivitas *Listeria monocytogenes*, menghasilkan bakteriosin yang mencegah mikroorganisme pembusuk, mentolerir garam empedu konsentrasi tinggi, dan melekat pada mukosa usus. *Lactobacillus casei* membentuk koloni di saluran pencernaan, melekat pada mukosa usus, menciptakan lingkungan yang cocok untuk keseimbangan mikroba, membatasi pembusukan di usus dan dengan demikian mengatur produksi racun dan konsekuensi berbahaya pada organ dan sel vital, mencegah penyebaran patogen bakteri, mengurangi efek intoleransi laktosa (Ensminger, 1995).

## 2.5 Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri dapat diperiksa dengan beberapa metode, yaitu metode pengenceran, difusi agar dan metode difusi pengenceran. Metode difusi merupakan metode yang umum digunakan untuk menganalisis efek antibakteri. Metode difusi dapat diterapkan dalam tiga cara yang berbeda, yaitu metode sumur, metode cakram, dan metode silinder (Pratiwi, 2008). Prinsip operasi metode difusi adalah difusi senyawa antibakteri ke dalam media padat yang diinokulasikan kuman uji. Pengamatan dilakukan terhadap ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekitar kertas plat, yang menunjukkan daerah penghambatan pertumbuhan bakteri (Nurhayati, Yahdiyani, & Hidayatulloh, 2020).



### 2.5.1 Metode Sumuran

Metode sumur dilakukan dengan membuat lubang tegak lurus terhadap agar padat yang diinokulasi bakteri uji. Keuntungan dari metode sumur adalah luasan zona penghalang yang terbentuk dapat diukur dengan lebih baik, karena bakteri tidak hanya aktif di bagian atas agar nutrisi, tetapi juga hingga ke bawah. Terdapat beberapa kesulitan dalam pembuatan sumuran, seperti B. adanya residu agar-agar pada media yang digunakan untuk membuat sumuran, dan juga kemungkinan besar media tersebut retak atau pecah di sekitar lokasi sumuran, yang dapat mempengaruhi hasil sumuran. prosedur kerja Impregnasi antibiotik di lingkungan mempengaruhi pembentukan diameter zona bening selama pelaksanaan uji kepekaan .

### 2.5.2 Metode Difusi Cakram

Metode difusi menggunakan cakram dilakukan dengan menggunakan kertas datar sebagai media untuk menyerap bahan antimikroba yang dijenuhkan dengan bahan uji. Kemudian, paper disk ditempatkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasi dengan biakan mikroba uji, setelah itu diinkubasi pada suhu 35 °C selama 18-24 jam. Area atau zona di sekitar kertas bening lalu pelat diamati untuk menunjukkan ada tidaknya pertumbuhan mikroba. Diameter zona bening atau zona sebanding dengan jumlah mikroba uji yang ditambahkan ke dalam cawan (Bonang, 1992). Keuntungan dari metode pelat adalah dapat diuji lebih cepat dengan preparat pelat (Listari, 2009).

### 2.5.3 Metode Dilusi

Prinsip dari metode ini adalah menggunakan rangkaian tabung reaksi yang diisi dengan media cair dan sejumlah sel mikroba tertentu yang akan diuji. Setiap tabung kemudian diisi dengan obat yang diencerkan secara serial dan diamati kekeruhannya di dalam tabung. Metode ini digunakan untuk menentukan nilai minimum penghambatan dan pembunuhan obat antibakteri. Ada dua jenis metode pengenceran, yaitu:

1) Metode pengenceran cair atau uji pengenceran kaldu Metode ini mengukur MIC (kandungan penghambat minimum) dan KBM (kandungan mematikan minimum). Metode yang digunakan terdiri dari menyiapkan serangkaian pengenceran agen antimikroba dalam media cair, yang ditambahkan ke kuman uji. Larutan uji dengan konsentrasi terendah yang tampak jernih tanpa pertumbuhan kuman uji didefinisikan sebagai MIC. Larutan yang disebut MIC tersebut kemudian dikulturkan kembali dalam media cair tanpa penambahan

mikroorganisme uji atau agen antimikroba dan diinkubasi selama 18-24 jam. Media cair yang tetap bening setelah diinkubasi disebut KBM (Pratiwi, 2008).

2) Metode Pengenceran Padat, Uji Pengenceran Padat Metode ini mirip dengan metode pengenceran cair tetapi menggunakan media padat (padat). Keunggulan metode ini adalah beberapa kuman uji dapat diuji dengan satu konsentrasi zat antimikroba yang diuji (Pratiwi, 2008).

## 2.6 Bakteri Uji

Berikut merupakan beberapa contoh bakteri uji yang akan di gunakan pada penelitian ini :

### 2.6.1 Escherichia Coli



**Gambar 2. 3 E. coli Sumber (Crawford, Blank, & Kaper, 2002)**

Menurut Bergey's Manual of Systematic Bacteriology second edition volume empat (Krieg dkk., 2011), klasifikasi E.coli adalah sebagai berikut:

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Kingdom | : Monera             |
| Phylum  | : Proteobacteria     |
| Kelas   | : Schizomycetes      |
| Ordo    | : Enterobacterialis  |
| Famili  | : Enterobacteriaceae |
| Genus   | : Escherichia        |
| Spesies | : Escherichia coli   |

E.coli adalah kelompok bakteri gram negatif yang termasuk dalam keluarga Enterobacteriaceae. Bakteri ini merupakan rakitan uniseluler berbentuk batang, ukuran selnya kira-kira panjangnya 2  $\mu\text{m}$  dan diameternya 0,5  $\mu\text{m}$ . Hidup pada suhu 20-40°C dan suhu

optimum sekitar 37 °C. E.coli adalah bakteri patogen umum yang ditemukan di usus besar manusia dan terlibat dalam pemecahan limbah makanan. (Holt, 1994).

## **2.7 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri**

Pertumbuhan adalah penggandaan semua komponen kimia sel. Ini adalah proses yang membutuhkan reproduksi semua struktur, organel, dan komponen protoplasma seluler dengan adanya nutrisi di lingkungan. Untuk pertumbuhan bakteri, semua bahan yang diperlukan untuk sintesis dan pemeliharaan protoplasma, sumber energi, dan kondisi lingkungan yang sesuai harus tersedia. Berbagai faktor yang saling terkait menentukan kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dalam makanan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme pangan ditentukan oleh karakteristik fisikokimia pangan (faktor internal) dan kondisi lingkungan penyimpanan (faktor eksternal) (Adams dan Moss, 2008). Faktor Instrinsik dan Ekstrinsik

Pertumbuhan bakteri bisa di kategorikan menjadi 2 faktor, yang pertama adalah faktor internal lalu faktor kedua adalah eksternal. Faktor internal bisa disebabkan oleh substrat ataupun makanan yang di konsumsi oleh bakteri itu sendiri dan dapat mempengaruhi tumbuh atau berkembangnya suatu bakteri. Faktor internal mempunyai 6 parameter yaitu pH, nutrisi, struktur biologis, struktur fisik, inhibitor ataupun potensi redoks. Sedangkan untuk faktor eksternalnya yaitu parameter yang bisa di tangani, di manipulasi dan disiapkan serta tidak terdapat didalam pengaruh lingkungan atau makanan dari bakteri tersebut. Faktor eksternal biasanya dapat dipengaruhi oleh penyimpanan, suhu, dan kelembapan.

### **A. Suhu**

Suhu bisa di kategorikan sebagai penentu pertumbuhannya bakteri secara baik, dan juga bisa mempengaruhi variasi dari tumbuhnya bakteri di berbagai mikroorganisme. Bakteri bisa di kelompokkan menjadi kelompok diantaranya adalah psikrotrof, psikrofil, mesofil, dan termofil. Untuk suhu kelompok psikrotrof mampu untuk tumbuh dalam suhu rendah - 0,4°C. sedangkan untuk psikrofil optimal tumbuh pada suhu 12°C hingga 15°C dan suhu maximum nya pada rentang 15°C sampai 20°C dan kelompok psikrofil hanya sedikit yang bisa berdampak terhadap makanan. Untuk kelompok mesofil tumbuh secara baik pada rentang suhu 30°C dan 45°C akan tetapi suhu pertumbuhan minimum nya adalah 5°C sampai 10°C. Dan kelompok termofilik tumbuh optimal pada rentang 55°C sampai 65°C, sedangkan untuk suhu minimum pertumbuhannya adalah 40°C dan maximum 90°C.

**Tabel 2. 1 Kisaran suhu pertumbuhan Mikroba**

| Golongan mikroba | Suhu Minimum °C | Suhu Optimum °C | Suhu Maksimum °C |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Mesofilik        | 20              | 37              | 45               |
| Thermofilik      | 50              | 65              | 75               |
| Psykrotrof       | 0               | 21              | 35               |
| Psykrofilik      | 0               | 8               | 10               |

Sumber Jay et al., 2005

#### B. pH

Nilai pH sangat bervariasi tergantung pada jenis makanan. Berdasarkan pH, makanan dapat dibagi menjadi dua kelompok: asam tinggi (pH di bawah 4,6) dan asam rendah (pH 4,6 atau lebih).

#### C. Oksigen

Bakteri dibagi menjadi 3 kelompok menurut keperluannya akan oksigen yaitu bakteri aerob (Bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk memperoleh energinya), Bakteri anaerob (Bakteri yang tidak membutuhkan oksigen bebas untuk memperoleh energinya. Energi diperoleh bakteri ini dari proses perombakan senyawa organik tanpa menggunakan oksigen (fermentasi). Dan fakultatif anaerob (Bakteri yang dapat tumbuh dengan oksigen maupun tanpa oksigen).

#### D. Tekanan Osmotik

Bakteri yang membutuhkan tekanan osmotik yang tinggi bisa disebut juga bakteri golongan osmofilik. Bakteri yang tahan dalam kondisi salinitas (kadar garam) yang tinggi disebut halofilik. Pada beberapa bakteri membutuhkan konsentrasi kadar garam yang tinggi untuk pertumbuhannya. Akan tetapi bila konsentrasi kadar garam yang sangat tinggi maka air akan keluar dari sel sehingga pertumbuhan bakteri akan berhenti.

### 2.8 Fase Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan merupakan sifat dari mikroorganisme yang paling penting dalam fermentasi. Pertumbuhan bakteri membutuhkan tahapan/fase. Fase awal dalam pertumbuhan bakteri ini adalah fase lag/fase adaptasi. fase adaptasi yaitu fase dimana bakteri beradaptasi ke lingkungan baru Ciri khas fase ini adalah jumlah sel tidak bertambah, hanya ukuran sel yang tumbuh. Fase kedua yaitu fase logaritmik/fase ekspo, fase dimana mikroorganisme tumbuh dan membelah paling banyak, dan fase ketiga adalah fase stasioner, pada fase stasioner pertumbuhan mikroorganisme mulai berhenti dan terjadi kesetimbangan antara jumlah sel

yang membelah dan jumlah sel yang mati dan yang keempat yaitu fase kematian bakteri (Pratiwi, 2008).