

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Kajian Tentang Uji Bakteri**

Uji bakteri dapat dilakukan melalui banyak cara, seperti pengujian makroskopis dengan cara mengamati morfologi secara makroskopis koloni bakteri yang tampak pada medium lempeng, pengujian mikroskopis dengan cara mengamati morfologi koloni bakteri menggunakan cat pewarnaan gram kemudian diamati di bawah mikroskop, dan pengamatan aktivitas kimia di dalam bakteri.

##### **a. Uji Morfologi**

Uji morfologi bakteri dilakukan dengan cara pemurnian koloni bakteri dan pengamatan makroskopis koloni bakteri sehingga dapat mengetahui bentuk koloni bakteri, tepi koloni bakteri, dan warna koloni bakteri. Koloni bakteri memiliki sifat-sifat khusus dalam medium padat.

Bentuk koloni dilukiskan sebagai titik-titik, bulat, berbenang, tak teratur, serupa akar, serupa kumparan. Permukaan koloni dapat datar, timbul mendatar, timbul melengkung, timbul mencembung, timbul membukit, timbul berkawah. Tepi koloni ada yang utuh, ada yang berombak, ada yang berbelah-belah, ada yang bergerigi, ada

yang berbenang-benang, ada yang keriting.<sup>1</sup> Beberapa sifat koloni yang tumbuh pada agar-agar lempengan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Morfologi Koloni Bakteri pada Medium Padat<sup>2</sup>**

## b. Uji Pewarnaan Gram

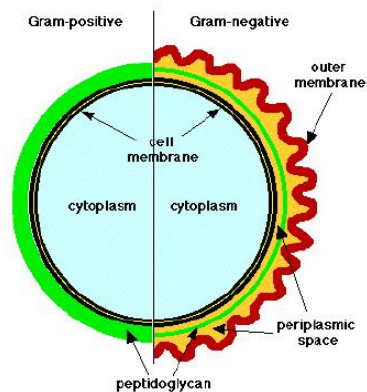
Bakteri uji dapat dibedakan antara gram negatif dan gram positif atas dasar teknik pewarnaan yang disebut pewarnaan gram. Kedua bakteri ini dibedakan berdasarkan susunan dinding selnya. Pada bakteri, dinding sel terletak di sebelah luar membran sel. Dinding sel bersifat kaku dinamakan peptidoglikan, berfungsi untuk menahan tekanan turgor, memberi bentuk bakteri, dan mengatur keluar masuknya zat. Struktur lapisan dinding sel bakteri gram positif dan gram negatif berbeda, dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Pada dinding sel bakteri gram negatif susunan peptidoglikan terdiri atas beberapa lapis, sedangkan dinding sel bakteri positif

<sup>1</sup> D. Dwidjoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, (Jakarta: Djambatan, 1978), hal. 52

<sup>2</sup> *Ibid.*, hal. 53.

susunan peptidoglikan terdiri atas berlapis-lapis. Dinding sel bakteri gram negatif pada lapisan paling luar adalah membran luar, maka apabila diberi pewarnaan akan berwarna pink yang merupakan warna safranin yang mewarnai membran luar. Sebaliknya, dinding sel bakteri gram positif pada lapisan paling luar adalah peptidoglikan, sehingga apabila diberi pewarnaan akan berwarna biru keunguan yang merupakan warna kristal violet yang mewarnai peptidoglikan.<sup>3</sup>



Gambar 2.2 Perbandingan Dinding Sel Gram Positif dan Negatif<sup>4</sup>

### c. Uji Biokimia

Pada prinsipnya, uji biokimia dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mereaksikan senyawa kimia yang lain yang dikaitkan dengan sifat bakteri itu sendiri. Untuk mengetahui

<sup>3</sup> Tjahjadi Purwoko, *Fisiologi Mikroba*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), hal. 18

<sup>4</sup> Batavialab, "Sejarah dan Mekanisme Pewarnaan Gram," dalam <http://batavialab.com/berita/detail/sejarah-dan-mekanisme-pewarnaan-gram-27251.html> diakses 5 Juni 2020 Pukul 12.35

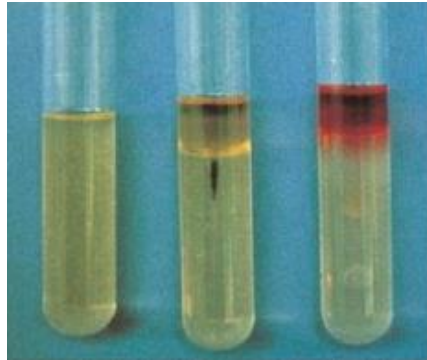
adanya reaksi tertentu diperlukan suatu senyawa indikator atau reagen yang berbeda-beda tergantung bahan kimia yang ditambahkan. Beberapa contoh uji biokimia yang umum dilakukan untuk membedakan bakteri yang satu dengan lainnya antara lain:

### 1) Uji SIM (*Sulfide Indole Motility*)

Media SIM merupakan media semisolid yang direkomendasikan untuk uji kualitatif pada bakteri gram negatif untuk melihat produksi sulfid, pembentukan indole, dan pergerakan bakteri. Uji indol dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri memecah triptofan asam amino membentuk senyawa indol. Produksi indol dideteksi oleh reagen kovac sehingga menghasilkan senyawa berwarna merah. Hal ini dapat diartikan bahwa sumber karbon berasal dari triptofan yang membentuk indol. Pembentukan  $H_2$  ditandai dengan terbentuknya waran kehitaman pada medium. Motilitas ditandai dengan terjadinya penyebaran pada bekas tusukan.<sup>5</sup> Hasil uji SIM dapat dilihat pada Gambar 2.3.

---

<sup>5</sup> Akhmad Faisal Malik, "Identifikasi Bakteri Melalui Uji Biokimia," dalam <http://balaipontianak.ditjenbun.pertanian.go.id/web/page/title/203/identifikasi-bakteri-melalui-uji-biokimia>, diakses 14 Desember 2019 Pukul 13.53



Gambar 2.3 Uji SIM<sup>6</sup>

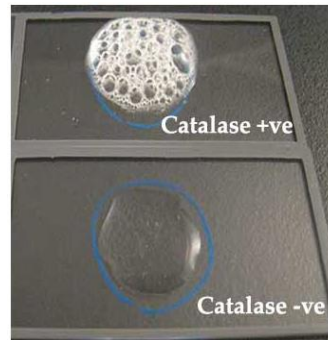
## 2) Uji Katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui enzim katalase yang dihasilkan bakteri dengan cara meneteskan larutan hydrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 3% pada koloni bakteri di atas kaca benda steril. Jika terdapat gelembung maka bakteri tersebut positif mengandung enzim katalase, seperti pada Gambar 2.4. Gelembung-gelembung udara tersebut merupakan gas oksigen dari hasil pemecahan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$ .<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Zahrotu Romadhon, *Identifikasi Bakteri Escherichia coli dan Salmonella Sp pada Siomay yang Dijual di Kantin Sd Negeri di Kelurahan Pisangan, Cirendeu, dan Cempaka Putih*, (Jakarta: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2016), hal. 27

<sup>7</sup> Akhmad Faisal Malik, "Identifikasi Bakteri Melalui Uji Biokimia," dalam <http://balaipontianak.ditjenbun.pertanian.go.id/web/page/title/203/identifikasi-bakteri-melalui-uji-biokimia>, diakses 14 Desember 2019 Pukul 13.53



Gambar 2.4 Uji Katalase<sup>8</sup>

## 2. Kajian Tentang Bakteri Patogen

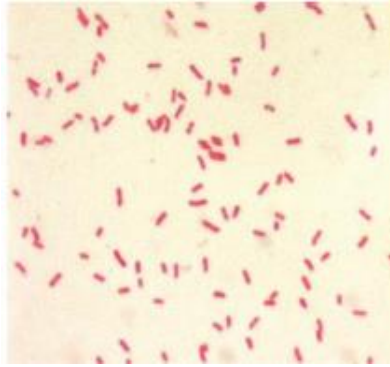
### a. Bakteri *Escherichia coli*

#### 1) Morfologi dan Taksonomi

*Escherichia coli* merupakan bakteri yang berbentuk batang lurus dengan ukuran 1-4 $\mu$ m, motil atau non motil, dan mesofil, yang merupakan bakteri gram negatif dengan flagel peritrik. Bakteri ini ditemukan dalam isi intestinal manusia, hewan berdarah hangat, dan unggas. *Escherichia coli* merupakan bakteri anaerobik fakultatif yang dapat tumbuh pada keadaan aerob maupun anaerob, bakteri yang tergolong dalam anaerob fakultatif merupakan bakteri patogen yang sering dijumpai.<sup>9</sup> Penampakan bakteri *E.coli* pada mikroskop perbesaran 1000x dapat dilihat pada Gambar 2.5.

<sup>8</sup> Referensi Biologi, "Uji Biokimia Bakteri: Uji Katalase Bakteri," dalam <https://www.referensibiologi.com/2019/03/uji-biokimia-bakteri-uji-katalase.html>, diakses Juni 2020 Pukul 17.41

<sup>9</sup> Tatang Sopandi dan Wardah, *Mikrobiologi Pangan-Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), hal. 31



**Gambar 2.5** Morfologi *Escherichia coli*<sup>10</sup>

*Escherichia coli* dapat melakukan fermentasi laktosa dan fermentasi glukosa serta menghasilkan gas. Bakteri ini digunakan untuk menilai baik tidaknya persediaan air untuk keperluan rumah tangga. Indikator yang paling baik untuk menunjukkan bahwa air minum rumah tangga sudah dikotori feses adalah dengan adanya *Escherichia coli* dalam air tersebut. Dalam satu gram feses terdapat sekitar seratus juta *Escherichia coli*.<sup>11</sup>

Bakteri *Escherichia coli* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : *Procaryotae*  
 Divisi : *Gacilicutes*  
 Kelas : *Scotobacteria*  
 Ordo : *Eubacteriales*  
 Famili : *Euteroactericea*  
 Genus : *Escherichia*

<sup>10</sup> Romadhon, *Identifikasi Bakteri...*, hal. 12

<sup>11</sup> Entjang, *Mikrobiologi & Parasitologi ...*, hal. 103-104

Spesies : *Escherchia coli*

## 2) Sifat Pertumbuhan

Bakteri *Escherichia coli* dapat tumbuh berlebihan jika mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh bakteri seperti daging mentah, daging yang tidak sempurna dalam proses pengolahan, susu, ataupun feses yang tercemar dalam pangan atau air, bakteri *Escherichia coli* dapat menjadi patogen jika terkandung dalam jumlah yang banyak. Bakteri *Escherichia coli* yang patogen dapat tumbuh pada suhu rendah yaitu sekitar 7°C dan juga suhu tinggi yaitu sekitar 44°C tetapi pertumbuhan *Escherichia coli* lebih optimal pada suhu antara 35°C-37°C, pH optimum 7-7,5. Selain itu, bakteri *Escherichia coli* dapat hidup ditempat lembab, relatif sensitif terhadap panas, dan akan mati dengan pasteurisasi atau proses pemasakan makanan dengan suhu yang relatif tinggi.<sup>12</sup>

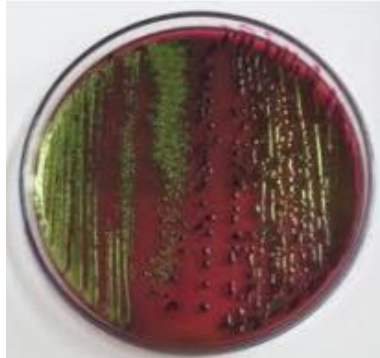
Bakteri *Escherichia coli* dapat tumbuh di beberapa media seperti *Endo agar*, *MacConkay agar*, dan *Eosin Methylen Blue* (EMB), bakteri ini mempunyai strain yang bersifat mikroaerofilik yaitu sangat membutuhkan oksigen untuk hidup tetapi dengan tanpa oksigen *Escherichia coli* masih dapat hidup. Selain memiliki strain yang bersifat aerofilik juga memiliki strain yang bersifat hemolisis sehingga pada agar darah akan

---

<sup>12</sup> Romadhon, *Identifikasi Bakteri ...*, hal. 13



terlihat hemolisis  $\beta$  (hemolisis total). Pada media koloni yang terlihat berwarna kilap logam, seperti terlihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6 *Escherichia coli* pada Media EMB<sup>13</sup>**

Selain tumbuh di media agar darah, endo agar, dan EMB *Escherichia coli* juga tumbuh pada media SIM (*Sulfide Indol Motility*) sehingga dapat diketahui bersifat motil dan menghasilkan indol.

### **3) Patogenis**

*Escherichia coli* terdapat di usus manusia atau hewan yang akan dikeluarkan melalui tinja. Mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tinja dapat menularkan beragam penyakit bila masuk tubuh manusia, dalam satu gram tinja dapat mengandung satu miliar partikel virus infeksius yang mampu bertahan hidup selama beberapa minggu pada suhu dibawah 10°C. Terdapat empat mikroorganisme patogen yang terkandung

---

<sup>13</sup> *Ibid.*, hal. 14

dalam tinja yaitu: virus, protozoa, cacing dan bakteri yang umumnya banyak ditemukan adalah bakteri jenis *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* termasuk bakteri yang dapat menyebabkan keluhan diare. Penyakit ini adalah salah satu dari banyak penyakit lain yang dapat disebabkan oleh buruknya kualitas air minum secara mikrobiologis.<sup>14</sup>

## **b. Bakteri *Staphylococcus aureus***

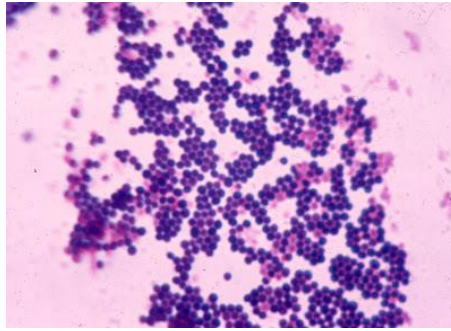
### **1) Morfologi dan Taksonomi**

*Staphylococcus* merupakan bakteri yang berbentuk bulat dengan ukuran 0,5-1  $\mu\text{m}$ , dapat berbentuk tunggal, berpasangan atau bergerombol, non motil, mesofil, fakultatif anaerob, dan tidak membentuk spora.<sup>15</sup> Sel-selnya terdapat dalam kelompok seperti buah anggur, akan tetapi pada biakan cair mungkin terdapat secara terpisah (tunggal), berpasangan berbentuk tetrad dan bentuk rantai dan koloninya berwarna abu-abu sampai kuning emas tua, seperti pada Gambar 2.7.

---

<sup>14</sup> Wahyu Zikra, dkk, "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* (E.coli) pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang," dalam *Jurnal Kesehatan Andalas* 7, no. 2 (2018): 213-214

<sup>15</sup> Sopandi dan Wardah, *Mikrobiologi Pangan...*, hal. 34



**Gambar 2.7** Morfologi *Staphylococcus aureus*<sup>16</sup>

Bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : *Eubacteria*  
 Divisi : *Firmicutes*  
 Kelas : *Bacilli*  
 Ordo : *Bacillales*  
 Famili : *Staphylococcaceae*  
 Genus : *Staphylococcus*  
 Spesies : *Staphylococcus aureus*

## 2) Sifat Pertumbuhan

*Staphylococcus aureus* mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap lingkungan dan dapat bertahan hidup pada media yang mengandung NaCl 10%.<sup>17</sup> Kebanyakan strain *S.aureus* dapat memfermentasi manitol dan menghasilkan koagulase,

---

<sup>16</sup> Generasi Biologi, "Ciri-ciri Morfologi Bakteri *Staphylococcus aureus*," dalam <https://www.generasibiologi.com/2016/10/ciri-ciri-morfologi-bakteri-staphylococcus-aureus.html> diakses 6 Juni 2020 Pukul 18.13

<sup>17</sup> Leka Lutpiatina, "Cemaran *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aerogenosa* pada Steteskop di Rumah Sakit," dalam *Jurnal Teknologi Laboratorium* 6, no.2 (2017): 64

termonuklease, dan hemolisin, tetapi mempunyai sensitifitas, yang beragam terhadap bakteriofag. Sel bakteri mati pada suhu 66°C selama 12 menit dan pada suhu 72°C selama 15 detik. Bakteri *S.aureus* merupakan bakteri fakultatif anaerobik. Tetapi tumbuh cepat pada kondisi aerobik. Bakteri ini dapat memfermentasi karbohidrat dan dapat menyebabkan proteolisis oleh enzim ekstra seluler proteolitik. Bakteri ini merupakan bakteri mesofilik dengan kisaran suhu pertumbuhan antara 7-48°C, tumbuh lebih cepat pada suhu anaerob 20-37°C, dapat tumbuh pada  $a_w$  rendah (0,86), pH rendah (4,8), dapat tumbuh pada konsentrasi garam dan gula tinggi (15%), serta adanya  $NO_2$ . Oleh karena itu, *S.aureus* dapat tumbuh pada beragam jenis pangan. Bakteri ini merupakan kompetitor lemah terhadap berbagai jenis mikroorganisme yang terdapat dalam pangan, tetapi dapat menjadi dominan dalam pangan karena kemampuan bakteri ini untuk tumbuh dalam kondisi lingkungan yang tidak sesuai untuk mikroorganisme lain.<sup>18</sup>

*Staphylococcus aureus* membentuk koloni berwarna abu-abu sampai kuning emas tua dan membentuk pigmen *lipochrom* yang menyebabkan koloni tampak berwarna kuning keemasan dan kuning jeruk. *Staphylococcus aureus* pada media *Mannitol salt agar* akan terlihat sebagai pertumbuhan koloni berwarna

---

<sup>18</sup> Sopandi dan Wardah, *Mikrobiologi Pangan...*, hal. 391

kuning dikelilingi zona kuning keemasan karena mampu memfermentasi manitol.<sup>19</sup>



Gambar 2.8 *Staphylococcus aureus* pada Media MSA<sup>20</sup>

### 3) Patogenis

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen bagi manusia. Hampir semua orang pernah mengalami infeksi *Staphylococcus aureus* dengan derajat keparahan yang beragam, dari keracunan makanan atau infeksi kulit ringan hingga infeksi berat yang mengancam jiwa. Keracunan makanan dapat terjadi karena mengonsumsi pangan yang terkontaminasi, seperti halnya pada saos yang tercemar *Staphylococcus aureus*.<sup>21</sup>

Sebagian bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan flora normal pada kulit, saluran pernafasan, dan saluran pencernaan makanan pada manusia. Bakteri ini juga ditemukan di udara dan lingkungan sekitar. Infeksi oleh *S. aureus* ditandai dengan

<sup>19</sup> Amalia Krishna Dewi, "Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peternakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta," dalam *Jurnal Sain Veteriner* 31, no. 2 (2013): 140

<sup>20</sup> Hareem Masroor, "Evolution on a Microscopic Level," dalam <https://wordpress.viu.ca/evolutionproject/2018/10/29/run/>, diakses 6 Juni 2020 Pukul 18.27

<sup>21</sup> Lutpiatina, *Cemaran *Staphylococcus aureus*...*, hal. 62

kerusakan jaringan yang disertai abses. Beberapa penyakit infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka. Infeksi yang lebih berat diantaranya pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis. *S. aureus* juga merupakan penyebab utama infeksi nosokomial, keracunan makanan, dan sindroma syok toksik.

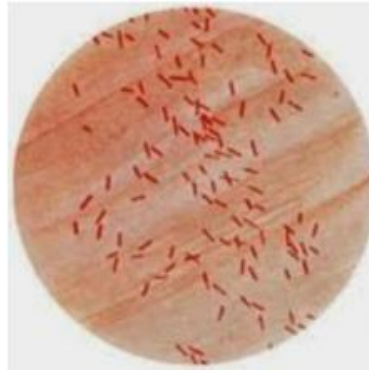
### c. Bakteri *Salmonella*

#### 1) Morfologi dan Taksonomi

Bakteri *Salmonella* sp merupakan bakteri anaerob fakultatif yang mempunyai sifat gram negatif, berbentuk batang, mempunyai flagel peritrik untuk bergerak, motil, tidak berspora, dan memiliki ukuran 1-3,5  $\mu\text{m}$  x 0,5-0,8  $\mu\text{m}$ . *Salmonella* dapat menghasilkan gas dalam media yang mengandung glukosa. Bakteri ini merupakan jenis bakteri mesofilik sehingga dapat tumbuh pada kisaran suhu 5-46°C dengan suhu pertumbuhan 35-37°C. Bakteri ini mati pada suhu pasteurisasi.<sup>22</sup> Penampakan bakteri *Salmonella* pada mikroskop perbesaran 1000x dapat dilihat pada Gambar 2.9.

---

<sup>22</sup> Sopandi dan Wardah, *Mikrobiologi Pangan...*, hal. 402



**Gambar 2.9 Morfologi *Salmonella*<sup>23</sup>**

Bakteri *Salmonella* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : *Bacteria*

Divisi : *Proteobacteria*

Kelas : *Gamma proteobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*

Famili : *Enterobacteriales*

Genus : *Salmonella*

Spesies : *Samonella thypi, Salmonella paratyphi,*

*Salmonella choleraesuis, Salmonella enteriditis*

## 2) Sifat Pertumbuhan

Bakteri *Salmonella sp* dapat terkontaminasi pada makanan dan minuman yang telah tercemar oleh feses manusia, penularan yang paling sering terjadi akibat menelan pangan yang terdapat bakteri *Salmonella sp*. Bakteri *Salmonella sp* biasanya mencemari makanan seperti telur, ikan, dan daging ayam.

---

<sup>23</sup> Romadhon, *Identifikasi Bakteri ...*, hal. 18

Bakteri ini dapat tumbuh pada pH 7,2 dan pada suhu optimum 35-43°C tetapi akan berhenti pertumbuhannya pada suhu <6,7°C atau >46,6°C oleh karena itu ketika proses pengolahan makanan jajanan yang terbuat dari bahan daging ayam, ikan, dan telur harus diperhatikan baik proses pemanasan maupun kebersihan sehingga tidak terkontaminasi.<sup>24</sup>

Bakteri *Salmonella* sp dapat tumbuh pada berbagai macam media differensial dan selektif, media differensial berisi laktosa dengan indikator pH tetapi tidak mengandung *inhibitor non Salmonella*, contoh media differensial adalah EMB (*Eosin Methylene Blue*) dan *MacConkey agar*. Sedangkan media selektif adalah media yang mengandung *inhibitor Salmonella* seperti SSA (*Salmonella Shigella Agar*), XLD (*Xylose Lisine Deoxycholate*), dan *Hektoen Enteric Agar*. Pada media SSA koloni bakteri *Salmonella sp* akan tampak berwarna putih berbintik hitam, seperti pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10 *Salmonella* sp pada Media SSA<sup>25</sup>**

---

<sup>24</sup> Sopandi dan Wardah, *Mikrobiologi Pangan...*, hal. 403

<sup>25</sup> Zahrotu Romadhon, *Identifikasi Bakteri...*, hal. 19



### 3) Patogenis

Bakteri *Salmonella* sp sangat infeksiif bagi manusia. Transmisi bakteri ini biasanya melalui *fecal-oral* dan ditularkan kepada manusia dengan cara mengonsumsi makanan dan air yang tercemar oleh bakteri tersebut. Bakteri ini dapat menimbulkan penyakit pada tubuh manusia yang disebut dengan salmonellosis. Salmonellosis merupakan penyakit menular yang dapat menyerang manusia dan hewan akibat pencemaran dari bakteri *Salmonella* sp. Salmonellosis ditandai dengan gejala seperti diare, mual muntah, nyeri abdomen, dan demam yang timbul secara akut. Kematian dapat terjadi terutama pada bayi, orang lanjut usia, dan orang yang sedang menderita sakit.<sup>26</sup>

### 3. Kajian Tentang Susu Sapi Segar

Susu segar adalah air susu hasil pemerahan yang tidak dikurangi atau ditambahkan bahan apapun yang diperoleh dari pemerahan sapi yang sehat.<sup>27</sup> Susu merupakan produk hewani yang mengandung berbagai nutrisi yang bermanfaat bagi manusia. Susu dihasilkan dari ekskresi kelenjar susu yang dihasilkan ketika sedang menyusui. Susu adalah sekresi fisiologis dari kelenjar susu yang merupakan makanan paling sempurna, karena mengandung banyak sumber utama berupa protein, fosfor, kalsium dan vitamin.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> Sopandi dan Wardah, *Mikrobiologi Pangan...*, hal. 403

<sup>27</sup> Heti Resnawati, *Kualitas Susu pada Berbagai Pengolahan dan Penyimpanan*, (Bogor: Jurnal Tidak Diterbitkan), hal. 498

<sup>28</sup> Makin, *Tata Laksanaan...*, hal. 1

Allah SWT berfirman dalam surat An-Nahl Ayat 66 sebagai berikut:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِۦ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ  
لَبَّأُ خَالِصًا سَائِعًا لِلشَّارِبِينَ ﴿١١﴾

Artinya: “Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya (berupa) susu yang bersih antara kotoran dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya.”<sup>29</sup>

Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah telah memberikan suatu kenikmatan kepada makhluknya berupa susu yang berasal dari binatang ternak, dan bersih dari kotoran sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber kebutuhan bagi yang mengkonsumsinya.

Air susu sebagai salah satu sumber protein sangat baik untuk kesehatan. Tetapi, air susu juga sangat baik bagi pertumbuhan bakteri. Untuk mempertahankan kualitas dan kebersihan air susu, maka harus dilakukan pencegahan terhadap bakteri yang dapat mempengaruhi kualitas air susu. Air susu yang baik memiliki kriteria sebagai berikut:

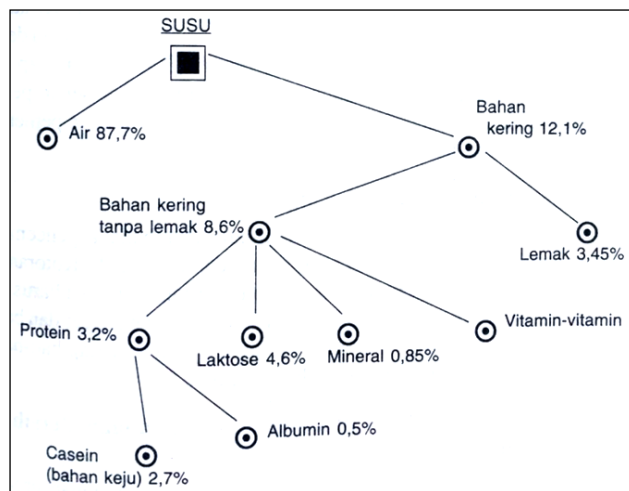
1. Bebas dari bakteri patogen.
2. Bebas dari zat berbahaya seperti racun dan insektisida.
3. Tidak tercemar kotoran.
4. Memiliki susunan yang tidak menyimpang dari ketentuan Codex Air Susu 1914. Misalnya BJ (berat jenis) air susu lebih tinggi dari 1.028, kadar lemak lebih dari 2,7%.

<sup>29</sup> Al Qur'an Surat An Nahl Ayat 66

5. Bercita rasa normal.<sup>30</sup>

#### a. Susunan Air Susu

Air susu mengandung semua bahan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan anaknya dan juga bahan minuman manusia yang sempurna, karena didalamnya mengandung sumber protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan juga vitamin. Zat gizi tersebut dalam perbandingan yang sempurna, mudah untuk dicerna, dan tidak ada sisa yang terbuang. Susunan zat gizi air susu dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Susunan Air Susu<sup>31</sup>

#### b. Higiene Air Susu

Diperlukan pengawasan yang ketat untuk menjaga mutu air susu yang higienis terhadap perusahaan-perusahaan. Pengawasan

<sup>30</sup> Aak, *Petunjuk Praktis...*, hal. 102

<sup>31</sup> *Ibid.*, hal. 103

tersebut meliputi kebersihan kandang dan instalasi, pengadaan air, dan penanganan susu oleh peternak. Faktor terpenting yang perlu diperhatikan adalah:

1. Kesehatan sapi. Sapi yang air susunya dijual harus terhindar dari berbagai macam penyakit menular seperti TBC, mastitis dan lainnya.
2. Petugas harus bersih dan sehat. Hal ini juga tak kalah penting, petugas yang hendak melakukan pemerahan harus mencuci tangan terlebih dahulu menggunakan sabun dan desinfektan kemudian dikeringkan dengan lap yang bersih. Selain itu, petugas harus dalam kondisi sehat.
3. Lingkungan peternakan yang bersih. Kebersihan kandang harus selalu dijaga agar bahaya pengotoran susu dapat dicegah. Kotoran yang jatuh harus segera dibersihkan, ventilasi harus sempurna agar kandang selalu mendapat udara yang bersih.
4. Alat yang digunakan dalam keadaan bersih dan bentuknya tepat. Peralatan yang digunakan untuk menampung hasil produksi harus terbuat dari bahan dan bentuk yang mudah dibersihkan dan tidak dilapisi cat.
5. Membersihkan alat secara tepat. Sisa susu yang masih melekat di peralatan harus dibersihkan hingga benar-benar bersih. Sisa kotoran yang tertinggal akan menjadi sarana pertumbuhan dan perkembangan kuman. Cara yang dianjurkan untuk membersihkan alat-alat antara lain: dicuci dengan air dingin,

kemudian di rendam dalam air panas yang mengandung soda 0,5% atau desinfektan lain. Soda memiliki fungsi dalam melarutkan sisa lemak dan kotoran lain. Yang terakhir, alat tersebut dibilas dengan air panas kemudian dijemur di rak yang terkena sinar matahari langsung.

6. Ruang susu harus terpisah. Untuk mengolah susu diperlukan ruangan khusus untuk mencegah pengotoran susu dan bau-bauan yang ada. Ruangan harus memiliki ventilasi yang sempurna.
7. Tersedia alat pendingin dan cara pengolahan yang tepat. Bakteri akan berhenti berkembang pada suhu di bawah 10°C, untuk itu harus menggunakan pendingin khusus. Jika di tempat tersebut tidak tersedia alat pendingin, maka secepatnya susu harus dibawa ke tempat penampungan terdekat.
8. Pasturisasi air susu, yaitu pembasmian bakteri patogen yang masih terdapat di dalam air susu. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memanaskan air susu pada suhu tertentu. Pada suhu dan waktu tertentu, bakteri patogen akan mati. Ada dua macam pasturisasi yang biasa dilakukan, yaitu:
  - a. Temperatur rendah dalam waktu yang lama: 72°C selama 30 menit.
  - b. Temperatur tinggi dalam waktu yang singkat: 80°C selama tiga detik.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> *Ibid.*, hal. 107

Untuk melakukan pengawasan pada higiene air susu, pada tahun 1914 disusun “Milk Codex”. Syarat minimal yang harus dipenuhi bagi susu yang dianggap normal antara lain dinyatakan dalam angka sebagai berikut:

B.J. (Berat Jenis)	: 1,028
Kadar lemak	: 2,7%
Kadar bahan kering tanpa lemak	: 8,-%
Derajat asam	: 4,5-7,5° SH
Kadar abu	: 0,7%
Angka katalase	: 0
Kadar laktose	: 4,2%
Kadar protein semu	: 3,-%
Jumlah kuman per cc maksimal	: 1.000.000

### c. Sifat-sifat Fisik dan Kimiawi Susu

Air susu yang normal memiliki sifat tertentu yang dapat diamati pada warna, bau, rasa, derajat keasaman, dan sifat-sifat lainnya seperti yang dituliskan di bawah ini.

#### 1. Kerapatan

Kerapatan susu bervariasi antara 1,0260 dan 1,0320 pada suhu 20°C, angka ini biasanya disebut sebagai “26” dan “32”. Keragaman ini disebabkan karena perbedaan kandungan lemak dan zat-zat padat bukan lemak. Kerapatan susu berangsur meningkat dari saat pemerahan dan mencapai maksimum pada

12 jam sesudah pemerahan. Meningkatnya kerapatan disebabkan karena terbebaskannya gas-gas seperti CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> yang terdapat di dalam susu yang baru saja diperoleh dari pemerahan. Kehilangan ini dapat mencapai 4-5%. Sebagai akibatnya, bila ukuran kerapatan digunakan untuk memeriksa komposisi susu, susu perlu dipanaskan sampai 45°-50°C untuk menyingkirkan gas-gas tersebut dan kemudian didinginkan lagi sampai 20°C untuk mengukur kerapatan.

## 2. pH

pH susu segar berada di antara pH 6,6-6,7 dan bila terjadi cukup banyak pengasaman oleh aktivitas bakteri, angka-angka ini akan menurun secara nyata. Tentu saja hal ini disebabkan karena aktivitas buffer fosfat, sitrat dan protein yang biasanya ada di dalam susu. Bila pH naik di atas pH 6,6-6,8 biasanya hal ini dianggap sebagai tanda adanya mastitis pada sapi, karena penyakit ini menyebabkan perubahan keseimbangan mineral di dalam susu.

## 3. Sifat-sifat krim

Butiran-butiran lemak pada susu timbul ke permukaan bagian atas membentuk suatu lapisan krim yang jelas. Tebal krim sering dipakai sebagai petunjuk bagi mutu susu. Waktu yang diperlukan bagi naiknya krim dan tebalnya lapisan krim tergantung pada 3 faktor yaitu banyaknya lemak, besar kecilnya butiran lemak, dan sampai berapa jauh perlakuan dengan

pemanasan dilakukan terhadap susu. Susu mentah segar yang telah didinginkan sampai 40°C akan mempunyai lapisan krim yang tebal dan maksimum. Susu yang telah dipasteurisasi selama 15 detik pada suhu 71,7°C mempunyai lapisan krim yang sedikit lebih tipis dan tidak jelas. Susu yang dipanaskan pada suhu 75°C akan kehilangan sifat fisiknya, homogenisasi juga merusak sifat-sifat krim tertentu.<sup>33</sup>

#### 4. Penggumpalan

Penggumpalan atau pengentalan merupakan salah satu sifat yang paling khas. Penggumpalan dapat disebabkan oleh kegiatan enzim atau penambahan asam.

Enzim rennet (dadi) yang dihasilkan dari dalam perut besar anak sapi atau enzim proteolitik lain yang dihasilkan oleh bakteri dapat menyebabkan penggumpalan susu. Kerja dari enzim ini biasanya terjadi dalam tiga tahap yaitu penyerapan enzim ke dalam partikel-partikel kasein, diikuti dengan perubahan keadaan partikel kasein yang telah berubah itu sebagai garam kalsium atau garam kompleks. Adanya ion-ion kalsium dalam susu diperlukan untuk proses pengendapan.

Berlainan dengan penggumpalan oleh enzim, penggumpalan oleh asam dikendalikan oleh pH. Partikel kasein berada pada titik isoelektris pada pH 4,6. Pada pH tersebut

---

<sup>33</sup> Buckle, dkk, *Food Science...*, hal. 279



afinitas partikel terhadap air menurun, dan oleh karenanya akan terjadi pengendapan.

#### 5. Warna air susu

Air susu yang sehat memiliki warna putih kekuning-kuningan dan tidak tembus cahaya. Warna putih pada susu, serta penampakkannya adalah akibat penyebaran butiran-butiran koloid lemak, kalsium kaseinat dan kalium fosfat, dan warna kekuning-kuningan adalah karoten dan riboflavin.<sup>34</sup>

Jika air susu tidak normal, maka akan berwarna agak merah atau biru. Warna kemerahan disebabkan karena kemungkinan air susu tersebut dari sapi yang menderita mastitis. Warna kebiruan disebabkan karena air susu dicampur oleh air terlalu banyak. Sedangkan jika susu berlendir dan terbentuk gumpalan maka air susu tersebut telah rusak/masam.<sup>35</sup>

#### 6. Bau dan rasa

Air susu normal akan memiliki cita rasa bau yang khas, berbeda dengan susu yang tidak normal. Air susu yang berbau asam menunjukkan bahwa susu tersebut sudah basi; air susu yang busuk menunjukkan air susu sudah rusak; air susu yang berasa agak asin, asam atau pahit menunjukkan air susu sudah mulai rusak; air susu berasa hambar artinya air susu tersebut

---

<sup>34</sup> *Ibid.*, hal. 280

<sup>35</sup> Aak, *Petunjuk Praktis...*, hal. 110

telah dicampur dengan banyak air; dan air susu murni memiliki rasa yang enak, gurih, sedikit manis, dan berlemak.<sup>36</sup>

#### d. Bakteri pada Air Susu

Meskipun pemerahan dilakukan menggunakan mesin, hal tersebut tidak menjamin 100% susu terbebas dari bakteri. Bakteri yang hampir selalu ada di air susu yaitu bakteri penghasil asam susu adalah bakteri dari famili *Lactobacteriaceae*, terutama *Streptococcus lactis* banyak didapat dalam jumlah yang besar. Spesies ini sangat cepat berkembang biak, karena ia mudah menguraikan laktosa. Selain itu terdapat juga *Lactobacillus lactis*, menyebabkan air susu menggumpal.

Adapun spesies dari famili *Micrococcaceae* sering ditemukan juga di dalam air susu yang kurang terjaga kebersihannya. Spesies ini juga menyebabkan asamnya air susu. Dari famili *Enterobacteriaceae*, sering ditemukan *Escherichia coli* dan *Aerobacter aerogenes* yang dapat mengadakan fermentasi terhadap laktosa. Spesies ini menghasilkan karbondioksida, hydrogen dan asam organik yang dapat mengganggu mutu air susu.<sup>37</sup>

Kontaminasi bakteri pada susu dimulai pada saat proses pemerahan sampai konsumsi. Bakteri yang mengontaminasi susu dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Bakteri patogen meliputi *Staphylococcus aureus*,

---

<sup>36</sup> *Ibid.*, hal. 111

<sup>37</sup> Dwidjoseputro, *Dasar-Dasar Mikrobiologi...*, hal. 168

*Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp., sedangkan untuk bakteri pembusuk antara lain adalah *Micrococcus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp.<sup>38</sup>

#### 1. Saprobakteri

Bakteri yang menghasilkan asam pada umumnya tidak mengganggu mutu air susu, tetapi bakteri yang menurunkan mutu air susu adalah bakteri yang dapat menguraikan protein. Banyak spesies dari genus *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Sarcina* memegang peranan dalam pembusukan. Biasanya pertumbuhan dari spesies ini dihambat oleh asam susu yang timbul karena aktivitas dari bakteri lain.

Sering juga kita menemui susu yang berlendir. Hal ini disebabkan oleh adanya *Alcaligenes viscolactis* dan beberapa spesies yang biasa terdapat di dalam usus tebal. Terkadang timbul warna biru di dalam air susu yang disebabkan karena adanya bakteri *Pseudomonas syncyanea* yang dapat berkembang biak cepat setelah air susu mulai masam. Adakala dijumpai air susu berwarna merah karena terdapat bakteri *Serratia marcescens*.<sup>39</sup>

#### 2. Bakteri patogen

Air susu yang kemasukan bibit penyakit menular mudah sekali menjadi sumber epidemik. Perlu adanya pengawasan yang ketat terhadap kesehatan lembu dan petugas yang

---

<sup>38</sup> Suwito, *Bakteri yang Sering...*, hal. 96

<sup>39</sup> *Ibid.*, hal. 169

bersangkutan dalam pengusahaan air susu. Tuberkolosis, brusellosis dan penyakit lain yang disebabkan oleh *Micrococcus*, *Streptococcus* mudah sekali menular dengan perantara air susu yang kemasukan bibit penyakit tersebut.

*Streptococcus agalactiae* dan *Streptococcus pyogenes* yang terdapat pada tetek lembu yang menderita penyakit *mastitis* kerap menjadi penyebab penyakit tenggorokan pada manusia. *Mycobacterium tuberculosis* yang berasal dari lembu, dari pemerah atau dari pengantar air susu dapat menular melalui air susu. Hal ini berlaku juga bagi *Brucella abortus* dan *Brucella melitensis*. Selanjutnya penyakit tipus yang disebabkan oleh *Salmonella typhosa*, keracunan makanan yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* dapat pula bersumber pada air susu yang terkontaminasi.<sup>40</sup>

Bakteri penyebab penyakit seperti *Salmonella*, *Shigella*, *Bacillus cereus*, dan *Staphylococcus aureus* dapat masuk ke dalam susu melalui udara, debu, alat pemerah yang kotor dan dari manusia. Karena susu adalah sumber zat makanan yang baik bagi kuman, kemungkinan berkembang biaknya organisme ini secara cepat sampai ke tingkat yang berbahaya sangatlah tinggi. *Staphylococcus aureus* dapat juga memasuki susu dari sapi yang menderita *mastitis* yang merupakan infeksi pada ambing. Kecuali spora *Bacillus cereus*, semua bibit penyakit ini

---

<sup>40</sup> *Ibid.*, hal. 170

dengan mudah dapat dihancurkan oleh pasteurisasi panas pada susu segar mentah. Akan tetapi, pasteurisasi merupakan pencegahan yang efektif terhadap penyakit semacam itu hanya jika susu tersebut tidak tercemar kembali sesudah pasteurisasi.<sup>41</sup>

Cemaran mikroba maksimum yang diperbolehkan dalam susu segar yaitu angka lempeng total sebanyak  $1 \times 10^6$  CFU/ml, jumlah *Staphylococcus aureus* sebanyak  $1 \times 10^2$  CFU/ml, dan jumlah *Enterobacteriaceae* sebanyak  $1 \times 10^3$  CFU/ml. Pada SNI 7388-2009 mengenai batas maksimum cemaran mikroba pada susu segar yang dibagi menjadi susu segar untuk diproses lebih lanjut dan susu segar untuk dikonsumsi langsung, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Syarat Mutu Susu Segar<sup>42</sup>**

<b>Jenis Cemaran Mikroba</b>	<b>Batas Maksimum</b>
Total bakteri (TPC)	$1 \times 10^6$ CFU/ml
MPN Koliform	20/ml
MPN <i>Escherichia coli</i>	< 3/ml
<i>Escherichia coli</i> (paogen)	Negatif
<i>Salmonella</i>	Negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	$1 \times 10^2$ /ml

#### 4. Kajian Tentang Susu Pasteurisasi

Susu pasteurisasi adalah produk susu yang diperoleh dari susu segar yang dipanaskan untuk mengurangi mikroorganisme patogenik pada susu. Proses pasteurisasi dilakukan dengan metode *High*

<sup>41</sup> K.A. Buckle, dkk, *Food Science...*, hal. 283

<sup>42</sup> Anni Kusumaningsih dan Tati Ariyanti, "Cemaran Bakteri Patogenik pada Susu Sapi Segar dan Resistensinya terhadap Antibiotika," dalam *Jurnal Berita Biologi* 12, no.1 (2013): 12

*Temperature Short Time* (HTST) atau metode holding dan dikemas segera dalam kemasan steril secara aseptis.<sup>43</sup>

Pasteurisasi panas pada susu perlu dilakukan untuk mencegah pertumbuhan bakteri penyebab penyakit dan mencegah terjadinya kerusakan akibat mikroorganisme dan enzim. Pasteurisasi dilakukan untuk memberikan perlindungan maksimum terhadap penyakit bawaan dari susu, dengan mengurangi seminim mungkin zat gizinya, serta mempertahankan semaksimal mungkin cita rasa susu segar. Apabila pasteurisasi dilakukan dengan benar maka dapat menghancurkan semua organisme patogen.<sup>44</sup>

#### **a. Cara Pasteurisasi**

Beberapa cara yang umum dikenal adalah *high temperature short time* (HTST) dan *holding method*. Penjelasan mengenai cara pasteurisasi dapat diuraikan sebagai berikut:

##### 1) *High Temperature Short Time* (HTST)

Metode HTST ini dilakukan dengan menahan susu selama 15-16 detik pada suhu 71,7°C dan 75°C dengan menggunakan alat pemanas berbentuk lempengan, suatu sistem dimana pengawasan suhu harus dijaga sebaik mungkin. Untuk mencegah timbulnya bakteri yang masih dapat hidup dalam susu yang sudah dipasteurisasi, produk tersebut harus didinginkan dengan cepat sesudah pemanasan.

---

<sup>43</sup> Prastiwi dan Setiyawan, *Perilaku Konsumsi...*, hal. 42

<sup>44</sup> K.A. Buckle, dkk, *Food Science...*, hal. 283

## 2) *Holder Method*

Cara ini dilakukan dengan mengambil sejumlah besar susu lalu dipanaskan seluruhnya sampai suhu tertentu selama suatu jangka waktu tertentu. Waktu dan suhu yang bisa digunakan adalah 30 menit pada suhu 65°C. Suhu diatas 66°C menyebabkan timbulnya flavor susu masak dan kemungkinan rusaknya lapisan tipis di sekitar butiran lemak sehingga mengurangi kecenderungan susu tersebut untuk membentuk lapisan krim.<sup>45</sup>

### **b. Pengujian Kecukupan Pasteurisasi**

Pengatu pemanasan susu memerlukan suatu teknik yang khusus. Di dalam tangki yang berisi air susu terdapat papan-papan logam yang dialiri arus listrik. Dengan demikian pemanasan dapat merata dalam waktu yang singkat. Air susu yang ada dalam tangki terus menerus di aduk agar mendapatkan panas yang merata. Setelah dipanasi, susu segera didinginkan untuk menunggu pengangkutan ke tempat yang membutuhkannya. Alangkah baiknya apabila susu yang telah dipasteurisasi itu lekas ditempatkan pada botol atau kotak dari bahan kertas yang steril kemudian disimpan ke dalam lemari es. Jika botol steril dan cara mengemas susu ke dalam wadah tidak memberikan kesempatan kontaminasi, maka efek dari pasteurisasi tetap terjaga. Untuk mengetahui apakah pasteurisasi dikerjakan baik-

---

<sup>45</sup> *Ibid.*, hal. 283-284

baik, perlu adanya pengujian dan dilakukan dengan menggunakan *test fosfatase*. Tes ini didasarkan atas suatu reaksi kimia atau enzim dan suatu indiktor *disodium-fenol-fosfat* serta *zat folin*. Seperti yang diketahui enzim bersifat termolabil dan tidak tahan terhadap panas. Apabila pasteurisasi tidak dijalankan dengan seksama, maka masih terdapat enzim-enzim di dalam susu diantaranya adalah enzim *fosfatase*. Adanya enzim tersebut dapat diuji dengan campuran disodium-fenol-fosfat serta zat folin pada susu dalam tabung reaksi. Jika samai 24 jam timbul warna biru maka terbukti adanya enzim fosfatase. Sekarang ada banyak indikator lainnya untuk keperluan tes ini.<sup>46</sup>

Masih aktifnya enzim fosfatase dianggap sebagai uji yang dapat dipercaya untuk membuktikan apakah susu telah cukup dimasak dengan panas, karena enzim ini terdapat dalam susu segar mentah, dan diinaktifkan baik oleh prosedur pasteurisasi holder maupun HTST. Perlu diingat bahwa pasteurisasi tidak berarti sterilisasi, dan oleh karenanya beberapa mikroorganisme masih dapat bertahan. Bakteri yang tahan hidup dapat diklasifikasikan sebagai organisme tahan panas atau *thermoduric*. Bakteri yang dapat bertahan hidup mengakibatkan kerusakan pada susu yang telah dipasteurisasi karena diduga dapat membentuk spora. Peraturan kesehatan masyarakat memberi patokan untuk mutu sehat bagi susu dan produk susu, supaya tersedia produk yang menyehatkan dan

---

<sup>46</sup> Dwidjoseputro, *Dasar-Dasar Mikrobiologi...*, hal. 176



bebas dari mikroorganisme patogen. Uji mikrobiologis rutin diadakan supaya selalu memenuhi standart. Susu biasanya diuji sebelum dan sesudah pengolahan.<sup>47</sup>

## 5. Kajian Tentang Sumber Belajar

Sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan oleh pembaca untuk mempelajari bahan dan pengalaman belajar sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.<sup>48</sup> Sumber belajar memiliki peranan sangat penting dan erat dengan pendidikan. Sumber belajar merupakan segala sesuatu dan dengan mana seseorang mempelajari sesuatu yang berasal dari pesan, orang, bahan alat, teknik, dan latar.<sup>49</sup>

Sumber belajar adalah segala sesuatu yang memungkinkan seseorang belajar. Pengertian yang begitu luas sehingga dalam pengembangan materi pengajaran perlu dibatasi bukannya segala sesuatu yang memungkinkan, tetapi hanya yang digunakan untuk penyediaan fasilitas belajar. Dari sumber belajar, siswa maupun guru dapat memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap yang menjadi tuntutan pengajaran.<sup>50</sup>

---

<sup>47</sup> K.A. Buckle, dkk, *Food Science...*, hal. 284-285

<sup>48</sup> H. Wina Sanjaya, *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, (Jakarta: Prenadamedia Group, 2016), hal. 174

<sup>49</sup> Karwono dan Heni Mularsih, *Belajar dan Pembelajaran...*, hal. 158

<sup>50</sup> Slameto, *Proses Belajar Mengajar dalam Sistem Kredit Semester (SKS)*, (Jakarta: Bumi Aksara, 1991), hal. 150

### a. Kegunaan Sumber Belajar

Pengelolaan sumber belajar harus dilakukan secara sistematis dan fungsional. Jika demikian sumber belajar tersebut akan sangat bermanfaat dan berfungsi sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan produktivitas pengajaran dengan cara mempercepat laju belajar dan membantu guru untuk menggunakan waktu secara lebih baik serta mengurangi beban guru dalam pengajaran.
- 2) Memungkinkan kemungkinan pengajar yang sifatnya lebih individual dengan cara memberikan kesempatan bagi siswa untuk berkembang sesuai dengan kemampuannya masing-masing.
- 3) Memberikan dasar yang lebih ilmiah terhadap pengajaran dengan cara mengembangkan bahan ajar yang dilandasi oleh penelitian.
- 4) Lebih memantapkan pengajaran dengan cara menyajikan informasi dan data yang lebih konkrit.
- 5) Memungkinkan belajar secara seketika karena dapat memberikan pengetahuan yang sifatnya langsung.
- 6) Memungkinkan penyajian pengajar yang lebih luas, terutama dengan adanya media massa dengan cara menyajikan informasi yang mampu menembus batas geografis.

Dapat dikatakan secara lain bahwa sumber belajar itu dapat berfungsi teoritis maupun praktis. Secara teoritis sumber belajar dapat dimanfaatkan untuk:

- 1) Perencanaan, sehingga dapat memperoleh bahan sajian yang tepat guna.
- 2) Penelitian, dengan maksud untuk menguji pengetahuan yang berhubungan dengan sumber belajar siswa.

Sedangkan secara praktis dapat dimanfaatkan untuk:

- 1) Kegiatan pengadaan atau produktif, misalnya seperti membuat makalah, buku, film, slides, dan sebagainya.
- 2) Pelayanan dan pemanfaatan, tidak saja pelayanan terhadap kegiatan belajar mengajar di lembaga yang bersangkutan, tetapi juga pemanfaatan sumber belajar tersebut oleh masyarakat pemakai.

Semua fungsi tersebut akan berperan dengan baik apabila ditunjang oleh sistem pengolahan yang memadai, yaitu organisasi yang baik dan tenaga yang profesional dalam mengelola dan mengembangkan sumber belajar. Akan lebih baik lagi apabila tenaga pengelola mempunyai kemampuan dalam mengembangkan kurikulum dan perencanaan pengajaran.<sup>51</sup>

---

<sup>51</sup> *Ibid.*, hal. 150-152

## **b. Peran Sumber Belajar dalam Pembelajaran**

Sumber belajar mempunyai peran yang sangat erat dengan pembelajaran yang dilakukan. Adapun peranan tersebut dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

### 1) Peranan dalam Pembelajaran Individual

Pola komunikasi dalam belajar individual sangat dipengaruhi oleh peranan sumber belajar yang dimanfaatkan dalam proses belajar. Titik berat pembelajaran individual adalah pada peserta didik, sedang guru memiliki peranan sebagai penunjang atau fasilitator. Dalam pembelajaran ini, guru dalam interaksi dengan peserta didik lebih cenderung sebagai konsultan, pembimbing, dan penerima hasil kemajuan belajar peserta didik.

### 2) Peranan dalam Belajar Klasikal

Pola komunikasi dalam belajar klasikal yang dipergunakan adalah komunikasi langsung antara guru dengan peserta didik. Hasil belajar sangat tergantung oleh kualitas guru, karena guru sebagai sumber belajar utama.

### 3) Peranan dalam Belajar Kelompok

Pola komunikasi dalam belajar kelompok ini dikontrol oleh guru dan juga anggota kelompok. Teknik dan sumber belajar yang digunakan yaitu diskusi singkat, diskusi di bawah

kontrol guru, belajar dengan guru pembimbing, tim proyek, simulasi, *micro teaching*, dan kelompok swamandiri.<sup>52</sup>

## 6. Kajian Tentang *Booklet*

*Booklet* merupakan kelompok media teknologi cetak. *Booklet* adalah sebuah buku kecil yang memiliki paling sedikit lima halaman tetapi tidak lebih dari empat puluh delapan halaman di luar hitungan sampul. *Booklet* berisikan informasi-informasi penting, suatu *booklet* isinya harus jelas, tegas, mudah dimengerti dan akan lebih menarik jika *booklet* tersebut disertai dengan gambar. Bentuknya yang kecil menjadikan *booklet* mudah dibawa kemana-mana. *Booklet* bersifat informatif, desainnya yang menarik dapat menimbulkan rasa ingin tahu, sehingga pembaca bisa memahami dengan mudah apa yang disampaikan dalam proses pembelajaran. *Booklet* sebagai sumber belajar yang efektif dan efisien yang berisikan informasi-informasi penting, yang dirancang secara unik, jelas, dan mudah dimengerti.<sup>53</sup>

Pengembangan *booklet* adalah kebutuhan untuk menyediakan *refrensi* (bahan bacaan) bagi kelompok masyarakat yang memiliki keterbatasan akses terhadap buku sumber karena keterbatasan mereka. Dengan adanya *booklet* masyarakat dapat memperoleh pengetahuan seperti membaca buku, dengan waktu membaca yang singkat, dan dalam keadaan apapun.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> Karwono dan Mularsih, *Belajar dan Pembelajaran...*, hal. 164-167

<sup>53</sup> Kurnia Ratnadewi Pralisaputri, dkk, "Pengembangan Media ...," hal. 148

<sup>54</sup> Roymond S. Simamora, *Buku Ajar Pendidikan dalam Keperawatan*, (Jakarta: EGC, 2009), hal. 71

**a. Unsur-unsur *Booklet***

Unsur-unsur atau bagian-bagian pokok yang secara fisik terdapat dalam buku yaitu :

- 1) Kulit (cover) dan isi buku. Kulit buku terbuat dari kertas yang lebih tebal dari kertas isi buku, fungsi dari kulit buku adalah melindungi isi buku. Kulit buku terdiri atas kulit depan atau kulit muka, kulit punggung isi suatu buku apabila lebih dari 100 halaman dijilid dengan lem atau jahit benang tetapi jika isi buku kurang dari 100 halaman tidak menggunakan kulit punggung. Agar lebih menarik kulit buku didesain dengan menarik seperti pemberian ilustrasi yang sesuai dengan isi buku dan menggunakan nama mata pelajaran.
- 2) Bagian depan (*preliminaries*) memuat halaman judul, halaman kosong, halaman judul utama, halaman daftar isi dan kata pengantar, setiap nomor halaman dalam bagian depan buku teks menggunakan angka romawi kecil.
- 3) Bagian teks memuat bahan pelajaran yang akan disampaikan kepada siswa, terdiri atas judul bab, dan sub judul, setiap bagian dan bab baru dibuat pada halaman berikutnya dan diberi nomor halaman yang diawali dengan angka 1.
- 4) Bagian belakang buku terdiri atas daftar pustaka, glosarium dan indeks, tetapi penggunaan glosarium dan indeks dalam buku hanya jika buku tersebut banyak menggunakan istilah

atau frase yang mempunyai arti khusus dan sering digunakan dalam buku tersebut.<sup>55</sup>

## **b. Prinsip Desain *Booklet***

Ada enam elemen yang harus diperhatikan pada saat merancang teks berbasis cetak. Enam elemen tersebut adalah konsistensi, format, organisasi, daya tarik, ukuran huruf dan penggunaan spasi.

### 1) Konsistensi

Format dan jarak spasi harus konsisten, jika antara baris terlalu dekat akan membuat tulisan terlihat tidak jelas pada jarak tertentu. Format dan jarak yang konsisten akan membuat *booklet* terlihat lebih rapi dan baik.

### 2) Format

Format tampilan dalam *booklet* menggunakan tampilan satu kolom karena paragraf yang digunakan panjang. Setiap isi materi yang berbeda dipisahkan dan diberi label agar memudahkan untuk dibaca dan dipahami oleh pembaca.

### 3) Organisasi

*Booklet* disusun secara sistematis dan dipisahkan dengan menggunakan kotak-kotak agar pembaca mudah untuk membaca dan memahami informasi yang ada di *booklet*.

---

<sup>55</sup> Guni Gustaning, *Pengembangan Media Booklet Menggambar Macam-Macam Celana pada Kompetensi Dasar Menggambar Celana Siswa SMK N 1 Jenar*, (Yogyakarta: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2014), hal. 25

## 4) Daya tarik

*Booklet* didesain dengan menarik seperti menambahkan gambar yang berhubungan dengan isi materi, sehingga memotivasi pembaca untuk terus membaca.

## 5) Ukuran huruf

Huruf yang digunakan dalam *booklet* yaitu *arial* dengan ukuran 11. Menghindari penggunaan huruf kapital pada seluruh teks, huruf kapital hanya digunakan sesuai dengan kebutuhan.

## 6) Ruang (spasi) kosong

*Booklet* diberi spasi kosong yang tidak berisi teks atau gambar, hal ini bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk beristirahat pada titik tertentu. Spasi kosong dapat berbentuk ruangan sekitar judul, batas tepi (margin), spasi antar kolom, permulaan paragraf, dan antara spasi atau antara paragraf. Untuk meningkatkan tampilan dan keterbacaan dapat menyesuaikan spasi antar baris dan menambahkan spasi antar paragraf.<sup>56</sup>

Sedangkan aspek-aspek yang harus diperhatikan yaitu materi atau isi, penyajian materi atau isi, kaidah bahasa atau ilustrasi yang akan digunakan, dan aspek grafika suatu *booklet* yang layak digunakan.

---

<sup>56</sup> *Ibid.*, hal. 25-26



- 1) Aspek isi materi pada *booklet*. Materi atau isi *booklet* harus sesuai dengan tujuan yang dijadikan dasar dalam penulisan *booklet* karena materi diharapkan dapat membantu pencapaian tujuan pendidikan, mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (ipteks), dan mengembangkan kemampuan bernalar, atau berpikir. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam *booklet*, yaitu:
  - a) Relevansi, *booklet* yang baik memuat materi yang relevan dengan tuntunan kurikulum yang berlaku, relevan dengan kompetensi yang harus dimiliki oleh lulusan tingkat pendidikan tertentu. Selain itu relevan dengan tingkat perkembangan dan karakteristik siswa yang akan menggunakan *booklet* tersebut.
  - b) Adekuasi atau kecukupan. Kecukupan mengandung arti bahwa *booklet* tersebut memuat materi yang menandai dalam rangka mencapai kompetensi yang diharapkan.
  - c) Keakuratan, mengandung arti bahwa isi materi yang disajikan dalam *booklet* benar-benar secara keilmuan, mutakhir, bermanfaat bagi kehidupan, dan pengemasan materi sesuai dengan hakikat pengetahuan.
  - d) Proporsionalitas, berarti uraian materi *booklet* memenuhi keseimbangan kelengkapan, kedalaman, dan keseimbangan antara materi pokok dengan materi pendukung.

- 2) Aspek penyajian. *Booklet* yang baik menyajikan bahan secara lengkap, sistematis, berdasarkan pertimbangan urutan waktu, ruang, maupun jarak yang disajikan secara teratur, sehingga dapat mengarahkan kerangka berpikir pembaca melalui penyajian materi yang logis dan sistematis. Penyajian *booklet* mudah dipahami dan familiar dengan pembaca, penyajian materi dapat menimbulkan suasana menyenangkan, penyajian materi dapat juga dilengkapi dengan ilustrasi untuk merangsang pengembangan kreativitas.
- 3) Aspek bahasa dan keterbacaan. Keterpahaman bahasa atau ilustrasi meningkatkan keterpahaman pembaca terhadap bahasa dan ilustrasi, penulis harus menggunakan bahasa dan ilustrasi yang sesuai dengan perkembangan kognisi pembaca, menggunakan ilustrasi yang jelas dan dilengkapi dengan keterangan. Ketepatan penggunaan bahasa seperti menggunakan ejaan, kata dan istilah dengan benar dan tepat, kalimat dengan baik dan benar, paragraf yang harmonis dan kompak.
- 4) Aspek grafika. Grafika merupakan bagian dari *booklet* yang berkenaan dengan fisik *booklet* seperti: ukuran *booklet*, jenis kertas, cetakan, ukuran huruf, warna dan ilustrasi. Ketepatan penggunaan gambar, foto atau ilustrasi sesuai dengan ukuran dan bentuk, warna gambar yang sesuai dan

fungsional. Semua komponen tersebut membuat siswa akan menyenangi *booklet* yang dikemas dengan baik dan akhirnya juga menikmati untuk membaca *booklet* tersebut.<sup>57</sup>

### c. Keunggulan *Booklet*

Keunggulan dalam menggunakan sumber belajar berupa *booklet* diantaranya:

- 1) Dapat mencakup banyak orang.
- 2) Dapat digunakan sebagai alat untuk belajar mandiri.
- 3) Praktis dalam penggunaannya karena dapat dipakai di mana saja dan kapan saja.
- 4) Tidak memerlukan listrik.
- 5) Biaya relatif murah.
- 6) Tahan lama.
- 7) Terdapat gambar sehingga dapat menimbulkan rasa keindahan serta meningkatkan pemahaman dan gairah dalam belajar.<sup>58</sup>

### d. Keterbatasan *Booklet*

*Booklet* sebagai media cetak memiliki keterbatasan sebagai berikut:

---

<sup>57</sup> *Ibid.*, hal. 26-27

<sup>58</sup> Felisa E. K Bargay, dkk, "Perbedaan Efektivitas DHE dengan Media Booklet dan Media Flip Chart terhadap Peningkatan Pengetahuan Kesehatan Gigi dan Mulut Siswa SDN 126 Manado," dalam *Jurnal E-Gigi (EG)* 4, no. 2 (2016): 79

- 1) Perlu waktu yang lama untuk mencetak tergantung dari pesan yang akan disampaikan dan alat yang digunakan untuk mencetak.
- 2) Sulit menampilkan gerak di halaman.
- 3) Pesan atau informasi yang terlalu banyak dan panjang akan mengurangi niat untuk membaca media tersebut.
- 4) Perlu perawatan yang baik agar media tersebut tidak rusak dan hilang.<sup>59</sup>

## **B. Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang uji bakteri telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Beberapa penelitian terdahulu tentang pengujian bakteri adalah sebagai berikut:

1. *Identifikasi Bakteri Escherichia coli pada Susu Sapi Segar dan Susu Sapi Cair Kemasan Ultra High Temperature (UHT) di Kecamatan Mampang Prapatan Tahun 2015*. Skripsi pada Prodi Pendidikan Dokter Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, yang ditulis oleh Octafika Hairlina Ayu Latifa pada tahun 2015. Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui jumlah *Escherichia coli* dalam susu sapi segar dan susu cair kemasan UHT kemudian membandingkan dengan SNI. Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa empat dari lima sampel susu sapi segar positif terdapat bakteri *Escherichia coli* dengan jumlah koliform

---

<sup>59</sup> Gustaning, *Pengembangan Media ...*, hal. 24

rata-rata 460 MPN/ml, dan tidak terdapat bakteri *Escherichia coli* ataupun koliform pada susu UHT.<sup>60</sup>

2. *Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria from Raw Cow Milk* berdasarkan ISSN: 22348-8069. Jurnal internasional penelitian yang ditulis oleh Misganaw Wassiel dan Teketay Wassie pada tahun 2016. Penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri asam laktat yang terdapat pada susu sapi murni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total bakteri asam laktat yang terdapat pada susu murni sebanyak 83, di antaranya dari genus *Lactobacillus* (26.51%), *Lactococcus* (21.69%), *Leuconostocs* (18.07%), *Streptococcus* (9.64%), *Pediococcus* (12.05%) dan *Entrococcus* (9.64%).<sup>61</sup>
3. *Identifikasi Bakteri Escherichia coli pada Minuman Susu Kedelai Bermerek dan Tidak Bermerek di Kota Bandar Lampung*. Skripsi pada Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, yang ditulis oleh Agtaria Dwi Molita pada tahun 2017. Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada susu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ditemukan kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada minuman susu kedelai bermerek maupun tidak bermerek, tetapi ditemukan bakteri *Klebsiella sp.* dan *Pseudomonas sp.* pada susu kedelai tidak bermerek.<sup>62</sup>

---

<sup>60</sup> Latifa, *Identifikasi Bakteri...*, hal. vii

<sup>61</sup> Misganaw Wassiel and Teketay Wassie, "Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria From Raw Cow Milk," dalam *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences* 3 no. 8 (2016): 44

<sup>62</sup> Agtaria Dwi Molita, *Identifikasi Bakteri Escherichia coli pada Minuman Susu Kedelai Bermerek dan Tidak Bermerek di Kota Bandar Lampung*, (Bandar Lampung: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2017)

4. *Identifikasi Bakteri pada Lindi di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) 3R Mulyoagung Bersatu Kecamatan Dau Kabupaten Malang dan Kajian Implementasinya Sebagai Sumber Belajar Biologi*. Skripsi pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Malang, yang ditulis oleh M. Nidhamul Maulana pada tahun 2019. Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan jenis bakteri yang ditemukan pada lindi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 spesies bakteri patogen dalam lindi di TPST 3R Mulyoagung Bersatu Kecamatan Dau Kabupaten Malang, yaitu *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Vibro parahaemolyticus*, *Vibro alginolyticus*, dan *Yersinia enterocolitica*. Penelitian ini dikembangkan dan diimplementasikan ke dalam sumber belajar berupa *booklet*.<sup>63</sup>
5. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat pada Susu Kambing Saanen (Capra aegagrus H.)*. Skripsi pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang ditulis oleh Nur Aini Lutfiah pada tahun 2015. Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui bakteri asam laktat (BAL) dari susu kambing Saanen (*Capra aegagrus H.*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari susu kambing Saanen yang dilakukan dengan *microbact* merupakan termasuk kategori bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus desidiosus*.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> M. Nidhamul Maulana, *Identifikasi Bakteri pada Lindi di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) 3R Mulyoagung Bersatu Kecamatan Dau Kabupaten Malang dan Kajian Implementasinya Sebagai Sumber Belajar Biologi*, (Malang: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2019)

<sup>64</sup> Nur Aini Lutfiah, *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat pada Susu Kambing Saanen (Capra aegagrus H.)*, (Malang: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2015), hal. viii

Berdasarkan penelitian terdahulu di atas, maka dapat dilihat persamaan dan perbedaan penelitian pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu**

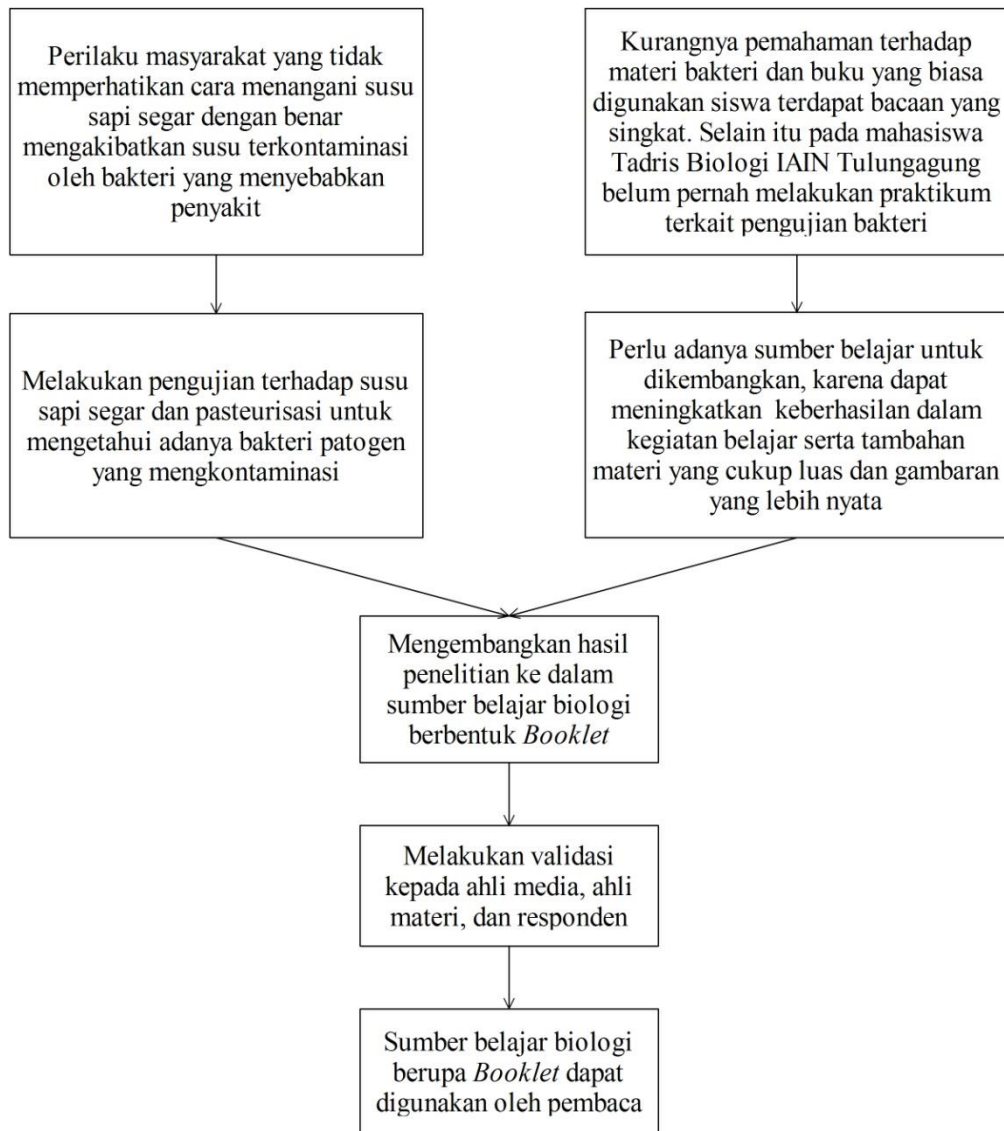
No	Nama/Judul/Tahun Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Octafika Hairlina Ayu Latifa, 2015, <i>Identifikasi Bakteri Escherichia coli Pada Susu Sapi Segar dan Susu Sapi Cair Kemasan Ultra Hight Temperature (UHT) di Kecamatan Mampang Prapatan Tahun 2015.</i>	- Mengidentifikasi bakteri - Sampel yang diteliti adalah susu sapi segar	Hasil penelitian tidak dijadikan sumber belajar.
2.	Misganaw Wassiel dan Teketay Wassie, 2016, <i>Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria From Raw Cow Milk.</i>	- Mengidentifikasi bakteri - Sampel yang diteliti adalah susu sapi segar	Hasil penelitian tidak dijadikan sumber belajar.
3.	Agtaria Dwi Molita, 2017, <i>Identifikasi Bakteri Escherichia coli pada Minuman Susu Kedelai Bermerek dan Tidak Bermerek di Kota Bandar Lampung.</i>	Mengidentifikasi bakteri	- Sampel yang diteliti adalah susu kedelai. - Hasil penelitian tidak dijadikan sumber belajar.
4.	M. Nidhamul Maulana, 2019, <i>Identifikasi Bakteri pada Lindi di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) 3R Mulyoagung Bersatu Kecamatan Dau Kabupaten Malang dan Kajian Implementasinya Sebagai Sumber Belajar Biologi.</i>	- Mengidentifikasi bakteri - Menghasilkan suatu produk - Hasil penelitian dijadikan sebagai sumber belajar	Sampel yang diteliti adalah lindi pada tempat pembuangan sampah.
5.	Nur Aini Lutfiah, 2015, <i>Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat pada Susu Kambing Saanen (Capra aegagrus H.).</i>	Mengidentifikasi bakteri	- Sampel yang diteliti adalah susu kambing. - Hasil penelitian tidak dijadikan sumber belajar.

### C. Kerangka Berpikir

Sebuah penelitian dan pengembangan dilakukan untuk mendapatkan suatu hasil penelitian beserta produk yang dapat berguna bagi siswa maupun mahasiswa sebagai penunjang dalam proses belajar dan juga bagi masyarakat sebagai sumber informasi . Dalam penelitian ini diambil sampel berupa susu sapi segar dan pasteurisasi. Kedua sampel ini akan diencerkan dan diisolat

untuk menghasilkan biakan murni. Isolat atau penanaman bakteri dari medium lama ke medium baru ini akan menumbuhkan suatu koloni bakteri. Peneliti melakukan pengamatan dengan uji morfologi koloni bakteri, uji pewarnaan gram, uji biokimia bakteri yang meliputi uji katalase dan uji indol, sehingga dihasilkan bakteri-bakteri yang telah teridentifikasi. Sebagai sumber belajar biologi, peneliti mengembangkan sebuah produk berupa *booklet* yang dapat memudahkan siswa dalam proses belajar serta sumber informasi bagi pembacanya. Sumber belajar yang dikembangkan dapat digunakan sebagai referensi tambahan dan menjadi pelengkap buku siswa. Guru maupun siswa tidak kesulitan untuk mendapatkan materi tambahan yang belum tertulis pada buku siswa khususnya pada materi morfologi koloni bakteri dan pewarnaan gram bakteri. Sedangkan bagi masyarakat *booklet* juga akan bermanfaat yaitu sebagai sumber informasi yang tentunya berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Dari uraian di atas, peneliti telah menggambarkan kerangka berpikir yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.





**Gambar 2.12 Bagan Kerangka Berpikir**