

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bakteri Asam Laktat**

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri yang bersifat gram positif, tidak membentuk spora, berbentuk kokus, kokobasil atau batang, tidak mempunyai sitokrom, katalase negatif, non-motil atau sedikit motil, mikroaerofilik sampai anaerob, toleran terhadap asam, kemoorganotrofik, membutuhkan suhu mesofilik, dan membutuhkan nutrisi yang kompleks seperti asam-asam amino, vitamin B1, B6, B12, dan biotin, purin, dan pirimidin (Reskia, 2013; Destinugrainy, 2017).

Bakteri asam laktat merupakan kelompok besar mikroorganisme yang secara fisiologis menghasilkan asam laktat sebagai metabolit utama. Kelompok ini secara alami terdapat pada banyak bahan pangan serta saluran gastrointestinal dan urogenital manusia dan hewan. Selama pertumbuhannya, bakteri asam laktat dapat memproduksi komponen metabolit, seperti asam organik, hidrogen peroksida, bakteriosin, dan komponen lainnya. Komponen tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif yang ditandai dengan terbentuknya zona bening pada uji antimikroba. Menurut Siregar (2013), genus BAL antara lain *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* dan *Propionibacterium* (Emmawati, 2015; Sari, 2017).

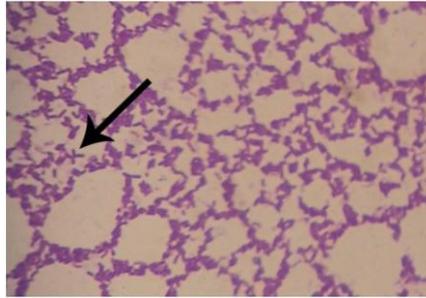
Bakteri asam laktat termasuk mikroorganisme yang aman jika ditambahkan dalam pangan karena bersifat tidak toksik dan tidak menghasilkan toksin. Bakteri ini secara luas didistribusikan pada susu, daging segar, sayuran dan produk-produk hasil olahan. Bakteri asam laktat juga disebut sebagai biopreservatif

karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan mampu membawa dampak positif bagi kesehatan manusia (Smid *et al*, 2007).

Berkaitan tentang manfaat, sebagian bakteri asam laktat berpotensi memberikan dampak positif bagi kesehatan dan nutrisi manusia, beberapa di antaranya adalah meningkatkan nilai nutrisi makanan, mengontrol infeksi pada usus, meningkatkan digesti (pencernaan) laktosa, mengendalikan beberapa tipe kanker, dan mengendalikan tingkat serum kolesterol dalam darah. Sebagian keuntungan tersebut merupakan hasil dari pertumbuhan dan aksi bakteri selama pengolahan makanan, sedangkan sebagian lainnya hasil dari pertumbuhan beberapa BAL di dalam saluran usus saat mencerna makanan yang mengandung BAL sendiri. Bakteri asam laktat dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain dengan memproduksi protein yang disebut bakteriosin. Salah satu contoh bakteriosin yang adalah plantaricin, diproduksi oleh *Lactobacillus plantarum*. Plantaricin dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri, yaitu *Bacillus*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, dan *Listeria*. Senyawa bakteriosin yang diproduksi BAL dapat bermanfaat karena menghambat bakteri patogen yang dapat merusak makanan/minuman ataupun membahayakan kesehatan manusia, sehingga keamanan makanan/minuman lebih terjamin (Reskia, 2013).

## **2.2 *Lactobacillus plantarum***

*Lactobacillus plantarum* memiliki ciri-ciri berbentuk batang (rod) dan umumnya dalam rantai-rantai pendek. *Lactobacillus* termasuk bakteri Gram positif, tidak berspora, anaerob fakultatif dan sering ditemukan dalam susu, sereal, air, limbah, anggur, bir, buah, sayur dan produk daging. Genus *Lactobacillus* tumbuh baik pada suhu 30 °C – 40 °C (Pelczar dan Chan, 2008).



Gambar 2.1 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri *Lactobacillus plantarum* (Rafika *et al.*, 2018)

Menurut Holt *et al.* (2000), klasifikasi dari bakteri *Lactobacillus plantarum* adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Bacteria*  
Divisi : *Firmicutes*  
Kelas : *Bacili*  
Ordo : *Lactobacillales*  
Famili : *Lactobacillaceae*  
Genus : *Lactobacillus*  
Spesies : *Lactobacillus plantarum*

*Lactobacillus plantarum* mempunyai kemampuan untuk menghambat mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan daerah penghambatan terbesar dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya. Kemampuan menghambat mikroorganisme patogen disebabkan *Lactobacillus plantarum* memproduksi antimikroba. Senyawa antimikroba tersebut mengandung bakteriosin (Usfah, 2012).

## **2.3 Bakteriosin**

Bakteri asam laktat mampu memproduksi senyawa antimikroba, salah satunya yaitu bakteriosin. Senyawa antimikroba ini memiliki sifat antagonistik terhadap mikroorganisme dalam spektrum yang luas, sehingga dapat berkontribusi sebagai bahan pengawet makanan. Bakteriosin adalah komponen protein antibakterial yang merupakan peptida-peptida antimikrobial hasil sintesis oleh ribosom. Peptida-peptida kationik yang terdapat dalam bentuk substansi bersifat hidrofobik atau amphifilik dan membran bakteri merupakan target atau sasaran utama dari aktivitas yang dilakukan oleh bakteriosin tersebut, yakni aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri perusak dan pembusuk (Suwayvia, 2017; Usfah, 2012).

Bakteriosin dapat melawan bakteri yang berhubungan dekat dengan mikroorganisme penghasil. Beberapa bakteriosin dari bakteri Gram positif menunjukkan aktivitas bakterisidal dan memiliki spektrum penghambatan luas sehingga bermanfaat sebagai agen antibakteri untuk berbagai aplikasi. Bakteriosin tidak seperti antibiotik. Bakteriosin hanya menghambat spesies yang berhubungan dekat dan strain bakteri Gram positif. Bakteriosin terdiri dari protein kecil, dan sebagian besar semi plasma. Hal tersebut menunjukkan bahwa beberapa spesies dan semua strain bakteri asam laktat mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bakteriosin atau komponen antimikroba (Septiani, 2012).

### **2.3.1 Sifat Bakteriosin**

Bakteriosin memiliki sifat mudah didegradasi enzim proteolitik dan mampu menghambat pertumbuhan mikroba secara filogenik dekat dengan bakteri penghasil bakteriosin. Beberapa kriteria bakteriosin yaitu berupa protein, bersifat

bakterisidal, bakteri target memiliki sifat pengikatan spesifik, gen pengkode bakteriosin ada dalam plasmid, aktif terhadap bakteri yang dekat secara filogenik. Syarat bakteriosin adalah sebagai protein dan tidak membunuh bakteri penghasilnya. Bakteriosin yang dihasilkan oleh beberapa galur BAL diketahui mempunyai aktifitas menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen makanan, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan daya simpan pangan. Bakteriosin biasanya tahan terhadap panas, dan aktivitasnya masih tetap dalam lingkungan asam, misalnya pada suhu 100° C atau 121° C selama 15 menit, dan demikian pula suhu yang sangat rendah dalam penyimpanan tidak mempengaruhi aktivitas bakteriosin. Umumnya bakteriosin sensitif terhadap protease (Suwayvia, 2017; Feliatra, 2018).

Bakteriosin sebagai biopreservatif pangan harus memenuhi kriteria seperti pengawet atau bahan tambahan makanan lainnya, antara lain aman bagi konsumen, memiliki aktivitas bakterisidal terhadap kelompok bakteri Gram positif dalam sistem makanan, stabil, terdistribusi secara merata dalam sistem makanan, dan ekonomis. Beberapa bakteriosin yang dihasilkan oleh BAL telah diuji sebagai pengawet dalam berbagai produk makanan (Feliatra, 2018).

### **2.3.2 Sintesis Bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat**

Bakteriosin diproduksi oleh BAL (Bakteri Asam Laktat) didefinisikan sebagai protein yang aktif secara biologi atau kompleks protein (agregat protein, protein lipokarbohidrat, glikoprotein) yang disintesis secara ribosomal, dan menunjukkan aktivitas antibakteri. Bakteriosin efektif sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen dan pembusuk serta penyebab penyakit yang ditularkan melalui makanan. Bakteriosin dari BAL lebih bersifat bakterisidal dibandingkan dengan

bakteriolisis ataupun bakteriostatik pada sel-sel yang sensitif dan beberapa diantaranya lebih dominan bersifat bakteriostatik (Feliatra, 2018).

Bakteriosin disintesis selama fase eksponensial pertumbuhan sel mengikuti pola klasik sintesis protein. Sistem ini diatur oleh plasmid DNA ekstra kromosomal dan dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama pH. Umumnya bakteriosin disintesis melalui jalur ribosomal, sedangkan kelompok lantibiotik disintesis secara ribosomal sebagai prepeptida, kemudian mengalami modifikasi. Sekresi prepeptida dilakukan fase eksponensial dan diproduksi secara maksimal pada fase stasioner. Prinsip regulasi sintesis bakteriosin diatur oleh adanya gen pengkode produksi dan pengkode imunitas (Feliatra, 2018).

Bakteriosin sebagai agen biopreservatif sangat potensial digunakan untuk mengendalikan beberapa bakteri kontaminan, tetapi secara komersial ketersediaannya masih sedikit dan harganya sangat mahal. Di lain pihak, koleksi BAL di Indonesia sangat dimanfaatkan untuk produksi bakteriosin karena tersedia cukup banyak. Oleh karena itu penelitian produksi bakteriosin dari beberapa BAL yang potensial perlu dilakukan. Produksi bakteriosin umumnya dilakukan dalam substrat cair. Secara umum kondisi optimum produksi bakteriosin dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, pH media, suhu inkubasi, jenis sumber karbon, jenis sumber nitrogen, konsentrasi NaCl (Usmiati *et al*, 2007).

Faktor pH media berpengaruh terhadap pertumbuhan sel bakteri sehingga mempengaruhi produksi bakteriosin. Produksi bakteriosin meningkat dengan meningkatnya pH hingga pH optimum, selanjutnya mengalami penurunan. Sementara itu faktor suhu berpengaruh terhadap meningkatnya produksi bakteriosin sekaligus dapat membunuh BAL yang bersangkutan. Suhu optimum

merupakan batas keduanya, yaitu peningkatan suhu sebelum mencapai suhu optimum akan meningkatkan pertumbuhan bakteri dan produksi bakteriosin. Pertumbuhan BAL mengalami peningkatan dengan meningkatnya waktu inkubasi. Peningkatan ini berlangsung secara logaritmik, meningkatnya jumlah biomassa menyebabkan jumlah bakteriosin yang dihasilkan meningkat selanjutnya turun setelah mencapai fase stasioner (Usmiati *et al*, 2007).

### **2.3.3 Tahapan Produksi Bakteriosin**

#### **1. Purifikasi Parsial Bakteriosin**

Purifikasi parsial merupakan tahap purifikasi awal dari protein target yang bertujuan untuk pemekatan konsentrasi protein. Purifikasi parsial dapat dilakukan melalui presipitasi. Presipitasi digunakan sebagai tahap awal fraksinasi bakteriosin yaitu merupakan teknik pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan. Prinsip presipitasi adalah pengendapan protein karena terikatnya molekul air oleh ion garam. Pengendapan protein bertujuan untuk memisahkan protein dengan komponen non protein. Pengendapan protein secara *salting out* dengan penambahan ammonium sulfat sering digunakan karena ammonium sulfat tersedia dalam bentuk murninya dengan harga yang terjangkau, kelarutannya yang tinggi, serta tidak menyebabkan denaturasi protein (Krisna, 2008; Toto *et al*, 2014).

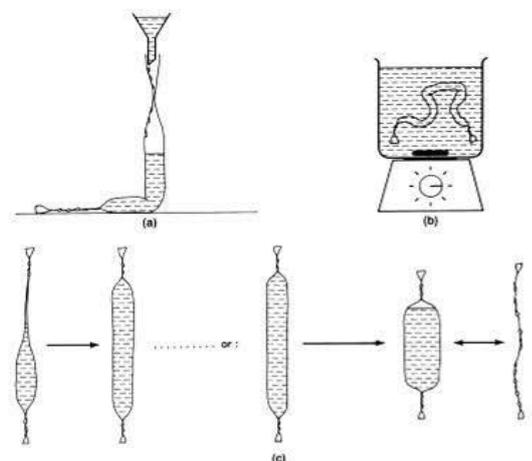
Prinsip *salting out* didasari oleh kompetisi antara ion garam dan molekul protein untuk berikatan dengan air. Oleh sebab itu, pada konsentrasi garam yang tinggi, air akan cenderung terikat dengan garam dibandingkan dengan molekul protein. Konsentrasi garam yang ditambahkan ke dalam ekstrak kasar enzim dibuat variatif dan dilakukan pada suhu rendah (Sorensen *et al.*, 1999). Kondisi suhu rendah mampu meningkatkan presipitasi protein saat penambahan garam

kadar tinggi. Beberapa keuntungan apabila menggunakan metode pengendapan menggunakan amonium sulfat yaitu dapat mengendapkan hampir seluruh protein karena amonium sulfat memiliki molaritas yang besar, memiliki densitas rendah yakni  $1,235 \text{ g/cm}^3$  sehingga tidak akan ikut terendapkan saat sentrifugasi protein, serta pada proses pelarutan akan menghasilkan panas pelarutan yang rendah sehingga protein tidak terdenaturasi (Rosalina, 2016).

Fraksinasi menggunakan ammonium sulfat menghasilkan protein yang mengandung kadar garam tinggi. Ammonium sulfat yang terkandung dalam protein dapat dihilangkan dengan cara dialisis (Suwayvia, 2017).

## 2. Dialisis

Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemurnian bakteriosin adalah dialisis. Dialisis yaitu proses perpindahan molekul terlarut dari suatu campuran larutan yang terjadi akibat difusi pada membran semi-permeabel. Molekul terlarut yang berukuran lebih kecil dari pori-pori membran akan keluar, sedangkan molekul lainnya yang lebih besar akan tertahan di dalam selubung membran (Rosalina, 2016).



Gambar 2.2 Mekanisme Proses Dialisis. (a) Bakteriosin hasil purifikasi diisi ke dalam tabung membran dialisis. (b) Agitasi dengan menggunakan alat *stirrer*. (c) Hasil dialisis (Scopes, 1994).

Pada proses dialisis, terjadi perpindahan garam amonium sulfat yang mempunyai berat molekul rendah dari sampel berganti dengan larutan buffer dalam dialisat. Pada waktu garam bergerak melalui pori-pori membran, garam teradsorpsi pada permukaan membran dan selanjutnya bergerak dari sisi membran yang satu ke sisi membran yang lain. Proses ini dipertahankan oleh adanya tekanan osmotik (Aulanni'am, 2005).

#### **2.3.4 Peranan Bakteriosin**

Bakteriosin telah banyak dimanfaatkan dalam bidang biopreservatif pangan, karena memiliki kemampuan menghambat bakteri Gram positif atau Gram negatif. Banyak bakteriosin dapat secara bakterisidal melawan spesies-spesies dan strain yang berkerabat dekat dengan bakteriosin tersebut, namun beberapa bakteriosin dapat secara efektif melawan banyak bakteri dari spesies dan genus yang berbeda (Ray dan Bhunia, 2008). Saat ini bakteriosin sudah mulai diterapkan sebagai salah satu biopreservatif karena bersifat alami dan tidak menyebabkan efek negatif pada konsumen. Molekul protein bakteriosin mengalami degradasi oleh enzim proteolitik dalam pencernaan manusia sehingga tidak membahayakan. Bakteriosin telah digunakan di negara maju sebagai biopreservatif pada bahan pangan karena memiliki kemampuan menghambat bakteri perusak dan patogen, serta tidak meninggalkan residu yang menimbulkan efek negatif pada manusia (Usmiyati *et al.*, 2009).

Bakteriosin dapat diaplikasikan dalam makanan sebagai bahan pengawet serta penggunaan bakteriosi dalam makanan pada industri makanan dapat mengurangi penggunaan bahan pengawet kimia. Bakteriosin yang dapat digunakan dalam pengawetan makanan harus memenuhi beberapa syarat, yaitu

diakui secara aman, tidak aktif dan tidak beracun pada sel eukariotik, dapat dilemahkan oleh protease pencernaan sehingga memiliki pengaruh yang kecil pada mikrobiota usus, toleran terhadap pH dan panas, memiliki aktivitas antimikroba dengan spektrum yang relatif luas terhadap bakteri patogen dan pembusuk makanan, dan memiliki aktifitas yang bersifat bakterisidal, bekerja pada membran sitoplasma bakteri dan tidak ada resistensi silang dengan antibiotik (Suwayvia, 2017).

Bakteriosin yang berasal dari bakteri asam laktat dan digunakan sebagai biopreservatif mempunyai beberapa keuntungan yaitu :

1. Bakteriosin bukan bahan toksik dan mudah mengalami biodegradasi karena merupakan senyawa protein.
2. Penggunaan bakteriosin tidak membahayakan mikroflora usus karena mudah dicerna oleh enzim-enzim dalam saluran pencernaan.
3. Penggunaan bakteriosin dalam industri makanan dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet makanan.
4. Penggunaan bakteriosin sangat fleksibel, dapat berupa strain kultur bakteri penghasil bakteriosin atau senyawa bakteriosin yang telah dipurifikasi atau semipurifikasi (Agung, 2009).

#### **2.4 Bakteri Patogen**

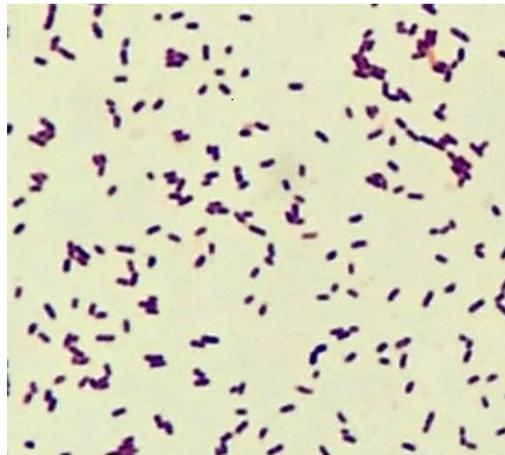
Bakteri yang tumbuh pada pangan dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu bakteri yang menyebabkan pembusukan makanan dan bakteri yang menyebabkan penyakit. Bahan pangan dapat bertindak sebagai substrat pertumbuhan dan perkembangbiakan spesies mikroorganisme patogenik, dimana

jika berkembang dalam jumlah banyak dapat menyebabkan penyakit bagi manusia yang memakannya (Usfah, 2012).

#### **2.4.1 *Listeria monocytogenes***

##### **2.4.1.1 Morfologi dan Identifikasi *Listeria monocytogenes***

*Listeria monocytogenes* merupakan bakteri Gram positif, berbentuk batang pendek, dapat berbentuk tunggal, tersusun paralel membentuk rantai pendek atau seperti huruf V. Diameter sel berukuran 0,4 – 0,5 µm dan panjang 0,5 – 2,0 µm. Pertumbuhan bakteri tersebut pada media agar dengan waktu inkubasi lebih dari 24 jam akan menunjukkan variabilitas bentuk sel. Pada kultur yang lebih tua tersebut bakteri tampak berbentuk *filamentous* dengan panjang 6 – 20 µm. *Listeria monocytogenes* bersifat intra-seluler fakultatif, psikotrofil dan mampu membentuk biofilm. Bakteri ini motil atau bergerak dengan flagella pada suhu 20 – 25° C, tidak membentuk spora, sangat kuat dan tahan terhadap efek mematikan dari pembekuan, pengeringan dan pemanasan (Ariyanti, 2010 ).



Gambar 2.2 Hasil Pewarnaan Gram *Listeria monocytogenes* (Wahab *et al*, 2017)

Taksonomi *Listeria monocytogenes* yaitu sebagai berikut (Riswanto, 2008) :

Kingdom : *Bacteria*

Divisi : *Firmicutes*

Kelas : *Bacilli*  
Ordo : *Bacillales*  
Famili : *Listeriaceae*  
Genus : *Listeria*  
Spesies : *Listeria monocytogenes*

#### **2.4.1.2 Pertumbuhan *Listeria monocytogenes***

*Listeria monocytogenes* tersebar luas di alam dan dapat ditemukan pada proses pembusukan tumbuhan, pada umumnya hidup di tanah sebagai saprofit tetapi dapat berubah menjadi patogen apabila tertelan oleh hewan atau manusia. Selain terdapat di tanah, bakteri ini dapat ditemukan di air, silase (pakan ternak yang dibuat dari daun-daun hijau yang diawetkan dengan fermentasi) dan sumber-sumber alami lainnya. Temperatur optimal untuk pertumbuhan *Listeria monocytogenes* adalah 35 – 37°C. Bakteri ini mampu tumbuh pada temperatur 1 – 50°C, mampu bertahan hidup pada perlakuan pasteurisasi dengan suhu 72°C selama 15 detik dan dapat hidup pada pH 4,3 – 9,4 (Ariyanti, 2010).

#### **2.4.1.3 Patogenesis *Listeria monocytogenes***

*Listeria monocytogenes* merupakan salah satu bakteri patogen pada hewan/ternak dan manusia. Bakteri ini berperan penting sebagai agen penyebab *foodborne disease* yaitu penyakit yang ditularkan melalui makanan. Penyakit yang timbul dikenal dengan nama listeriosis (Ariyanti, 2010).

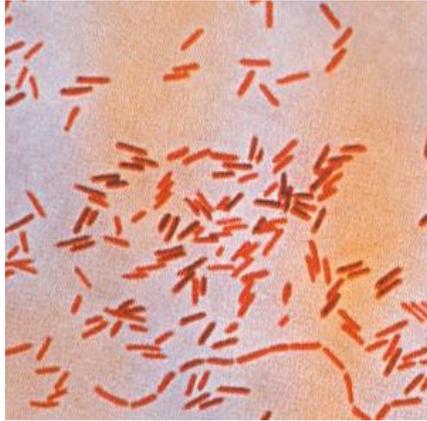
Populasi yang rentan terinfeksi listeriosis, yaitu wanita hamil atau janin dalam kandungan, orang dengan sistem kekebalan yang lemah, dan lain sebagainya. Gejala listeriosis dapat muncul kapan saja antara 3-70 hari pasca infeksi bakteri *Listeria*, rata-rata sekitar 21 hari. Gejala umumnya yaitu demam,

nyeri otot, mual, dan diare. Jika infeksi menyebar ke sistem saraf pusat dapat menyebabkan infeksi otak (Depkes RI, 2015).

## **2.4.2 *Salmonella typhi***

### **2.4.2.1 Morfologi dan Identifikasi *Salmonella Typhi***

*Salmonella typhi* adalah kuman batang bergerak, gram negatif, tidak berspora yang panjangnya bervariasi, fakultatif anaerob yang secara khas meragikan glukosa dan manosa tetapi tidak meragikan laktosa atau sukrosa. Ukurannya berkisar antara 0,7 – 1,5 x 2,5 µm, memiliki antigen somatik (O), antigen flagel (H) dengan 2 fase dan antigen kapsul (Vi). *Salmonella typhi* cenderung menghasilkan hidrogen sulfida. *Salmonella typhi* resisten terhadap zat kimia tertentu (misalnya hijau brilliant, natrium tetrionat, dan natrium dioksikholat); senyawa-senyawa ini menghambat kuman koliform dan karena itu bermanfaat untuk isolasi salmonella dari tinja. *Salmonella typhi* sering bersifat patogen untuk manusia atau binatang bila masuk melalui mulut. *Salmonella typhi* adalah parasit intraseluler fakultatif, yang dapat hidup dalam makrofag dan menyebabkan gejala-gejala gastrointestinal hanya pada perjalanan penyakit, biasanya sesudah demam yang lama, bakterimia dan akhirnya lokalisasi infeksi dalam jaringan limfoid submukosa usus kecil (Jawetz *et al.*, 2008 & Parama, 2011).



Gambar 2.3 Hasil Perwarnaan Gram *Salmonella typhi* (CDC, 2016)

Taksonomi *Salmonella typhi* yaitu sebagai berikut (Jawetz *et al*, 2008) :

- Kingdom : *Bacteria*  
Divisi : *Proteobacteria*  
Kelas : *Gamma proteobacteria*  
Ordo : *Enterobacteriales*  
Famili : *Enterobacteriaceae*  
Genus : *Salmonella*  
Spesies : *Salmonella typhi*

#### **2.4.2.2 Pertumbuhan *Salmonella typhi***

*Salmonella typhi* dapat menyebar melalui hewan peliharaan ataupun manusia, salah satu penyebarannya melalui feses orang-orang yang terinfeksi sehingga mencemarkan makanan atau sumber air. Penularan paling utama terjadi dengan menelan pangan yang terdapat bakteri. Bakteri ini banyak mencemari makanan seperti telur dan daging ayam, serta dapat terus bereproduksi bila pemasakan tidak sempurna. Sumber infeksi yang paling sering untuk bakteri ini adalah air yang terkontaminasi feses, susu dan produk olahannya yang terkontaminasi feses atau pasteurisasi tidak sempurna, kerang yang mengandung

air yang terkontaminasi, telur unggas yang mengandung air yang terkontaminasi, daging atau olahannya dari hewan ternak yang terinfeksi atau terkontaminasi saat pengolahan dan hewan peliharaan. Bakteri ini dapat hidup diluar tubuh makhluk hidup selama berminggu-minggu, dapat bertahan hidup di air selama 4 minggu, tumbuh pada pH 7,2 dengan suasana aerob dan anaerob fakultatif dan tumbuh baik pada suhu hangat yaitu suhu optimum 35 - 37° C dan akan berhenti pertumbuhannya pada suhu < 6,7° C atau > 46,6° C. Oleh karena itu, bakteri ini sering terdapat makanan yang tidak dipanaskan secara benar seperti telur, susu atau daging ayam (Auliya, 2015).

#### **2.4.2.3 Patogenesis *Salmonella typhi***

*Salmonella typhi* bersifat infeksius untuk manusia, dan infeksi oleh organisme tersebut didapatkan dari manusia. Selain itu, bersifat patogen terutama bagi hewan yang menjadi reservoir untuk infeksi manusia, unggas, babi, hewan pengerat, hewan ternak, binatang piaraan, dan banyak lainnya. Organisme ini hampir selalu masuk melalui rute oral, biasanya bersama makanan atau minuman yang terkontaminasi. Dosis infeksi rata-rata untuk menimbulkan infeksi klinis atau subklinis pada manusia adalah  $10^3$  organisme *Salmonella typhi*. *Salmonella typhi* menyebabkan penyakit demam enterik (demam tifoid) (Jawetz *et al*, 2008).

Demam tifoid merupakan penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. *Salmonella typhi* yang tertelan mencapai usus halus, masuk ke dalam aliran limfatik dan kemudian masuk ke aliran darah. Organisme ini dibawa oleh darah ke berbagai organ, termasuk usus. Gejala yang timbul yaitu demam terutama sore/malam hari, sakit kepala, nyeri otot, anoreksia, mual, muntah, obstipasi atau diare. Setelah itu demam meningkat dan terkadang muncul bintik-

bintik merah pada kulit. Demam merupakan keluhan dan gejala klinis terpenting yang timbul pada semua penderita demam tifoid. Dalam kondisi parah dapat terjadi pembesaran limpa dan hati (Auliya, 2015 & Parama, 2011).