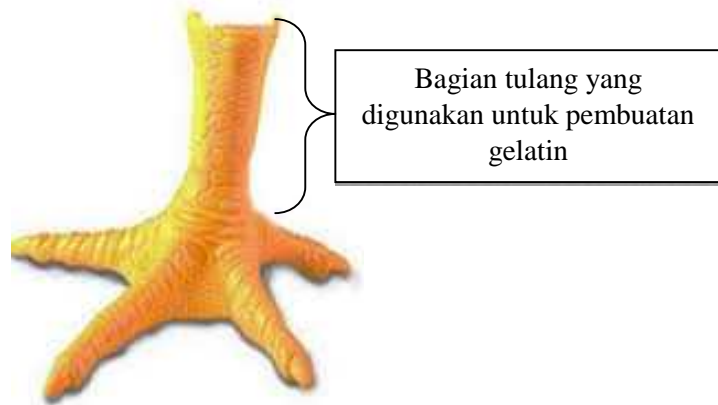


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tulang Kaki Ayam

Huda (2013) menyatakan bahwa tulang kaki ayam broiler memiliki kolagen, dimana hasil hidrolisis dari kolagen tersebut akan menghasilkan gelatin. Menurut Soengkawati (1979) komposisi tulang ayam yaitu: air 1.8-44.3%, lemak 1.2-26.9%, kolagen 15.8-32.8%, dan zat anorganik 28.0-56.3%. Purnomo (1992) menyatakan bahwa komposisi kimia kaki ayam yaitu: kadar air 65,90%, protein 22,98%, lemak 5,60 %, abu 3,49% dan kandungan lainnya 2,03%. Balian dan Bowes (1977) menambahkan bahwa tulang kaki ayam memiliki kandungan kolagen 9,07%, protein 17,40%, air 60,05%, abu 5,98% dan lemak 12,00%.

Menurut Hasdar (2011) kaki ayam merupakan hasil ikutan pemotongan ayam yang pemanfaatannya terbatas karena dagingnya sedikit dan tinggi kandungan kulit serta tulangnya. Atmoko dan Pangestuti (2011) menyatakan bahwa tulang mempunyai banyak kegunaan antara lain kandungan fosfatnya digunakan untuk pupuk buatan, kalsium untuk komponen porselen, lemaknya untuk membuat lilin, sabun dan yang terutama adalah kandungan kolagen yang merupakan protein yang banyak terdapat di dalam tulang. Wahyu dan Gabriel (2007) menambahkan bahwa pemotongan ayam broiler di Indonesia pada tahun 2006 sebanyak 8,61 juta ton dan pada tahun 2007 meningkat menjadi 9,18 juta ton. Bagian kaki ayam yang digunakan untuk pembuatan gelatin tulang kaki ayam dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1. Kaki Ayam  
Sumber: [www.google.com](http://www.google.com)

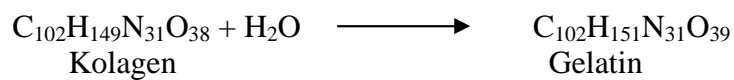
## 2.2. Gelatin

Wahyuni dan Rosmawati (2003) menyatakan gelatin merupakan protein hasil hidrolisis parsial kolagen tulang dan kulit, penggunaan gelatin sangat luas khususnya dalam bidang industri, baik industri pangan maupun non pangan. Gelatin memiliki sifat yang khas, yaitu berubah secara *reversible* dari bentuk sol ke bentuk gel, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film serta mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid, kelarutannya dalam air membuat gelatin diaplikasikan untuk keperluan berbagai industri. Suryani *et al.* (2009) menambahkan gelatin berasal dari bahasa latin (*gelatus*) yang berarti pembekuan, dan gelatin ini merupakan protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat dan tulang hewan. Menurut Apriyantono (2003) gelatin merupakan produk yang diperoleh dari hasil hidrolisis kolagen (protein utama kulit ternak) sedangkan kolagen diperoleh dari ekstraksi kulit ternak segar.

Proses *curing* menyebabkan struktur ikatan intermolekuler dan intramolekuler pada protein kolagen kulit melemah ataupun terjadi proses pemutusan rantai ikatan asam amino secara parsial (Hidayat, 2008). Penggunaan

waktu dan konsentrasi bahan *curing* yang lama diharapkan akan menghasilkan rendemen yang semakin tinggi, namun dapat pula berakibat pada rendahnya kualitas dari gelatin tersebut. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya kombinasi yang tepat dalam penerapan waktu dan konsentrasi bahan *curing*. Kombinasi penggunaan waktu dan konsentrasi bahan *curing* yang tepat akan menghasilkan kuantitas dan kualitas yang lebih baik. Selama ini proses *curing* dengan menggunakan asam banyak diterapkan dalam proses produksi gelatin dari kulit babi karena membutuhkan waktu relatif lebih cepat dibanding basa (Ockerman dan Hansen, 2000).

Gelatin secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit (Abustam dan Said, 2004). Protein kolagen ini secara ilmiah dapat “ditangkap” untuk dikonversi menjadi gelatin. Reaksi hidrolisis kolagen menjadi gelatin dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2. Reaksi pembentukan gelatin (Miwada *et al.* 2007)

Gelatin juga mempunyai daya pembentukan gel yang cukup tinggi dan bersifat *heat reversible* artinya gel yang sudah terbentuk akan dapat larut kembali pada pemanasan. Sifat secara umum dan kandungan unsur-unsur mineral tertentu dalam gelatin dapat digunakan untuk menilai mutu gelatin dan standar mutu gelatin menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-3735-1995 dan *British Standard* dan GMAP dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Standard Mutu Gelatin

Karakteristik	SNI (1995)	British Standard (757:1975) (Tipe B)	GMAP (2004)	
			Tipe A	Tipe B
Warna	Tidak berwarna	Kuning pucat		
Kadar abu (%)	Maksimum 3,25		0,3 - 2,0	0,5 - 2,0
Kadar air	Maksimum 16			
Logam berat (mg/kg)	Maksimum 50			
Arsen (mg/kg)	Maksimum 2			
Tembaga (mg/kg)	Maksimum 30			
Seng (mg/kg)	Maksimum 100			
Sulfit (mg/kg)	Maksimum 1000			
Viskositas (cP)		1,5 - 7,0	1,5 - 7,5	2,0 - 7,5
Kekuatan gel(bloom)		50 - 300	50 - 300	50 - 300
pH		5	3,8 - 5,5	5,0 - 7,5
Titik Isoelektrik (s/cm)		1 - 5	7,0 - 9,0	4,7 - 6,0

Sumber: Standar Nasional Indonesia (1995)

*Gelatin Food Science* (2007) menyatakan bahwa dalam gelatin tidak terdapat asam amino triptofan, sehingga gelatin tidak dapat digolongkan sebagai protein yang lengkap. Gelatin mengandung berbagai jenis asam amino yaitu : 9,1% hidrosiprolin, 2,9% asam aspartat, 1,8% treonin, 3,5% serin, 4,8% asam glutamate, 13,2% prolin, 33% glisin, 11,2% alanin, 2,6% valin, 0,36% metionin, 1% isoleusin, 2,7% leusin, 0,26% tirosin, 1,4% penilalanin, 0,51% hidrosilisin, 3% lisin, 0,4% histidin, dan 4,9% arganin. Penggabungan 18 jenis asam amino ini akan membentuk susunan rantai polipeptida yang dikenal sebagai struktur primer (Campball dan Farrell, 2006).

### 2.3. Aplikasi dan Pemanfaatan Gelatin

Menurut Suryani *et al.* (2009) gelatin mempunyai banyak fungsi dan sangat aplikatif penggunaannya dalam industri pangan dan non pangan. Poppe (1992) menyatakan bahwa gelatin didalam industri pangan digunakan sebagai pembentuk pengikat (*binder agent*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel (*gelling*

*agent*), perekat (*adhesive*), peningkat viskositas (*viscosity agent*), pengemulsi (*emulsifier*), *finning agent*, *crystal modifier*, dan pengental (*thickener*).

Menurut Bahtiyar *et al.* (2012) gelatin bersifat multifungsi yaitu dapat berfungsi sebagai bahan pengisi, pengemulsi (*emulsifier*), pengikat, pengendap, pemer kaya gizi, pengatur elastisitas, dapat membentuk lapisan tipis yang elastis, membentuk film yang transparan dan kuat, kemudian sifat penting antara lain yaitu daya cernanya yang tinggi dan dapat diatur sebagai bahan pengawet serta bahan penstabil. *Gelatin Manufacture Europe* (2006) menambahkan bahwa produk yang menggunakan gelatin adalah *soft candy*, *whipping cream*, karamel, selai, permen, yoghurt, susu olahan, sosis, *hard capsule*, *soft capsule*, pelapis vitamin, tablet, korek api, fotografi, pelapis kertas, pelapis kayu interior dan masih banyak yang lainnya.

#### **2.4. Telur Puyuh**

Mulyani (2010) menyatakan telur merupakan salah satu produk unggas yang mempunyai pasaran cukup baik, harga relatif murah dan mengandung protein dengan kandungan asam amino yang cukup lengkap. Pamungkas *et al.* (2013) menambahkan telur adalah salah satu sumber protein hewani asal ternak. Wirya (2009) menyatakan telur puyuh sangat baik untuk diet kolestrol karena dapat mengurangi terjadinya penimbunan lemak terutama di jantung, sedangkan kebutuhan protein tetap cukup. Kandungan nutrisi telur puyuh dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2. Kandungan Nutrisi Telur

Jenis unggas	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Abu (%)
Ayam Ras	27,7	11,2	0,9	1,0
Ayam Buras	13,4	10,3	0,9	1,0
Itik	13,3	14,5	0,7	1,1
Angsa	13,9	13,3	1,5	1,1
Merpati	13,8	12,0	0,8	0,9
Kalkun	13,1	11,8	1,7	0,8
Puyuh	13,1	11,1	1,0	1,1

Sumber: Sastry *et al.*,(1982); Listiyowati & Kinanti (2005)

Stadelman dan Cotterill (1995) menyatakan komposisi telur puyuh terdiri atas putih telur (*albumen*) 47,4%, kuning telur (*yolk*) 31,9%, dan kerabang serta membran kerabang 20,7%, kuning telur memiliki komposisi gizi yang lebih lengkap dari pada putih telur yang terdiri dari air, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Sugitha (1995) menambahkan telur mengandung komponen utama yang terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Telur puyuh dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini :



Gambar 2.3. Telur Puyuh  
Sumber: [www.google.com](http://www.google.com)

## 2.5. Bakteri Patogen

Bakteri yang tumbuh dalam bahan pangan terdiri atas bakteri pembusuk yang dapat menyebabkan kerusakan makanan dan bakteri patogen penyebab penyakit pada manusia. Jumlah bakteri pembusuk umumnya lebih dominan

dibandingkan dengan bakteri patogen. Bakteri patogen merupakan mikroorganisme indikator keamanan pangan. Bakteri patogen dibedakan atas penyebab intoksikasi yaitu keracunan yang disebabkan oleh toksin yang dihasilkan bakteri patogen yang berkembang di dalam bahan makanan, dan penyebab infeksi yaitu bakteri yang menghasilkan racun di dalam saluran pencernaan. Beberapa mikroba yang diamati sebagai bakteri pembusuk dan patogen pada produk fermentasi adalah dari famili *Enterobacteriaceae*, didalamnya termasuk famili *Enterobacter*, *Erwinia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella* dan *Yersinia* (Fardiaz, 1992).

### **2.5.1. Coliform**

Menurut Rompre *et al.* (2002) kelompok *Coliform* dimasukkan ke dalam famili *Enterobacteriaceae*. Pada dasarnya, banyak definisi *Coliform* umumnya berdasarkan pada karakteristik-karakteristik *biochemical*. Di dalam *Standard Methodes for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association (APHA) et al., 1998)*, anggota kelompok *Coliform* dideskripsikan sebagai: 1) Kelompok *Coliform* yang bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif, termasuk ke dalam bakteri Gram negatif, tidak membentuk spora, berbentuk batang yang dapat memfermentasikan laktosa dengan membentuk gas dan asam dalam waktu 48 jam pada suhu 35<sup>0</sup>C; 2) Kelompok *Coliform* yang bersifat aerobik dan banyak yang bersifat anaerobik fakultatif, termasuk ke dalam bakteri Gram negatif, tidak membentuk spora, berbentuk batang yang dapat menghasilkan koloni berwarna merah dengan kilauan metalik dalam waktu 24 jam pada suhu 35<sup>0</sup>C di dalam endo-tipe medium yang berisi laktosa.

Menurut Lukman dan Purnawarman (2008), *Coliform* sering digunakan sebagai mikroorganisme indikator sanitasi, terutama dalam pengujian kualitas air. Istilah *Coliform* bukan merupakan istilah taksonomi dan hanya digunakan juga untuk menilai pengujian. Mikroorganisme indikator digunakan juga menilai sanitasi pada industri pengolahan pangan. Adanya bakteri *Coliform* dalam makanan dan minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Fardiaz, 1989). Bakteri *Coliform* dapat tumbuh pada suhu rendah  $-2^{\circ}\text{C}$  dan tumbuh optimal pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$  pada kisaran pH yang luas antara 4,4-9,0 (Jay, 2000).

#### **2.5.2. *Escherichia coli* (*E. coli*)**

*E. coli* merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang. *E. coli* disebut juga koliform fekal karena ditemukan dalam saluran usus hewan dan manusia (Fardiaz, 1992). Bakteri *E. coli* terdiri atas berbagai jenis seperti *Enterotoxigenic Escherichia Coli* (ETEC), *Enteropathogenic Escherichia Coli* (EPEC) dan *Enterohaemoragic Escherichia Coli* (EHEC). Beberapa bakteri ini menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan hemoragik kolitik dan hemolitik uremik. Hemoragik kolitik menyebabkan perut kram yang diikuti diare berdarah setelah waktu inkubasi 3-8 hari, sedangkan hemolitik uremik menyebabkan gagal ginjal dan anemia (Fardiaz *et al.*, 1983). Bakteri ini sering digunakan sebagai indikasi kontaminasi kotoran (Fardiaz, 1992).

Bakteri ini mempunyai ukuran panjang 2,0-6,0  $\mu\text{m}$ , sering terdapat dalam bentuk tunggal atau berpasangan, bersifat motil dan nonmotil dengan flagella peritrikat dan bersifat anaerobik fakultatif (Fardiaz, 1992). Kisaran suhu



pertumbuhan *E. coli* adalah antara 10-40<sup>0</sup>C dengan suhu optimum 37<sup>0</sup>C. Kisaran pH antara 4-9 dengan nilai pH optimum pertumbuhan 7,0-7,5 dan a<sub>w</sub> minimum untuk pertumbuhan adalah 0,96. Menurut Holt *et al.*(1994) bakteri *E. coli* merupakan mikroorganisme anaerobik fakultatif, memiliki metabolisme respiratori dan fermentatif, D-Glukosa dan pengkatalisa karbohidrat dengan formasi asam dan gas (Holt *et al.*,1994).

### 2.5.3. *Salmonella* sp.

*Salmonella* merupakan bakteri gram negatif, anaerob fakultatif dan memiliki flagella peritrikat (Savadogo *et al.*, 2006). Namun demikian, *Salmonella* sp. sensitif terhadap panas dan dapat dimusnahkan dengan perlakuan pasteurisasi. Genus ini banyak tersebar di alam, manusia, dan hewan sebagai habitat utamanya. Bakteri genus *Salmonella* sp. merupakan bakteri penyebab infeksi dan tersebar dalam pangan akibat kontaminasi dari kotoran yang terinfeksi (Fardiaz, 1989).

Menurut Supardi dan Sukanto (1999) *Salmonella* umumnya dapat tumbuh pada media dengan a<sub>w</sub> 0,945-0,999 tetapi pada makanan kadang-kadang beberapa galur *Salmonella* dapat tumbuh pada a<sub>w</sub> 0,93. *Salmonella* pada a<sub>w</sub> antara 0,20 dan 0,90 kecepatan kematian meningkat dengan naiknya nilai a<sub>w</sub>, sedangkan pada a<sub>w</sub> dibawah 0,20 dapat hidup dalam waktu yang lama, meskipun pada suhu dan keasaman yang ekstrim. Pada suhu yang ekstrim, *Salmonella* dapat hidup dalam waktu yang cukup lama, namun tidak dapat mentolerir konsentrasi garam yang tinggi. Bakteri ini memproduksi asam hasil fermentasi dan H<sub>2</sub>S, tumbuh optimum pada suhu 37<sup>0</sup>C dengan pH 4-9 dan a<sub>w</sub> minimum 0,94 (Varnam dan Sutherland, 1995).

## 2.6. Cemarannya Mikroba pada Produk Pangan

Produk pangan harus tetap dijaga kualitasnya selama penyimpanan dan distribusi, karena pada tahap ini produk pangan sangat rentan terhadap terjadinya rekontaminasi, terutama dari mikroba patogen yang berbahaya bagi tubuh dan mikroba perusak yang dapat menyebabkan kerusakan pada pangan. Kerusakan pangan dapat disebabkan oleh perubahan dalam pangan itu sendiri (faktor internal) maupun karena faktor lingkungan (eksternal). Pangan yang tercemar mikroba melebihi ambang batas akan menjadi berlendir, berjamur, daya simpannya menurun, berbau busuk dan rasa tidak enak serta menyebabkan gangguan kesehatan bila dikonsumsi.

Beberapa mikroba patogen yang biasa mencemari produk pangan asal ternak adalah *Coliform*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Salmonella* sp. dan *Staphylococcus* sp. (Gustiani, 2009). Standar cemaran mikroba pada telur ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional sebagai penentu kualitas produk pangan. Batasan maksimum cemaran mikroba telur dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3. Batas Maksimum Cemaran Mikroba Telur SNI 7388:2009.

No	Jenis Cemaran Mikroba	Satuan	Mutu Mikrobiologis
1	<i>Coliform</i>	APM/g	< 3
2	<i>Escheria Coli</i>	APM/g	< 3
3	<i>Salmonella</i> sp	Per 25 g	Negatif

Sumber: Standar Nasional Indonesia (2009)

## 2.7. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba

Pertumbuhan mikroba pada pangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, dan setiap mikroba membutuhkan kondisi pertumbuhan yang berbeda. Menurut

Sherrington dan Gaman (1981) faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba dibagi menjadi dua kelompok yaitu: 1) Faktor dalam (intrinsik) meliputi aktivitas air ( $a_w$ ), nilai pH dan kandungan zat gizi; 2) Faktor luar (ekstrinsik) meliputi suhu, keberadaan oksigen dan kelembaban.

a. Aktivitas air ( $a_w$ )

Aktivitas air ( $a_w$ ) menunjukkan jumlah air di dalam pangan yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Mikroba tidak dapat tumbuh dengan baik pada  $a_w$  lebih kecil dari 0,91,  $a_w$  minimum untuk pertumbuhan mikroba sangat bervariasi seperti  $a_w$  minimum untuk *E. coli* adalah 0,96 dan *Salmonella* adalah 0,94.

b. Nilai pH

Sebagian besar bakteri dapat tumbuh pada kisaran pH 4-9. Tidak ada bakteri yang dapat tumbuh pada pH di bawah 3,5, pH optimum untuk pertumbuhan *E. coli* dan *Salmonella* adalah 7,0-7,5.

c. Kandungan gizi

Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan zat gizi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Disamping air dan oksigen, sebagian besar mikroba membutuhkan protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral untuk pertumbuhannya. Misalnya, *Coliform* menggunakan karbohidrat dan komponen organik lainnya sebagai energi dan dapat menggunakan komponen nitrogen sederhana sebagai sumber nitrogen.

d. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhan, mikroba

dibedakan atas tiga kelompok yaitu: 1) Psikrofil, kisaran suhu pertumbuhan 0-20<sup>0</sup>C; 2) Mesofilik, kisaran suhu pertumbuhan 20-45<sup>0</sup>C; 3) Termofilik, kisaran suhu pertumbuhan di atas 45<sup>0</sup>C. Bakteri *Coliform* tumbuh optimum pada suhu 27<sup>0</sup>C, *E. coli* dan *Salmonella* sp. tumbuh optimum pada suhu 37<sup>0</sup>C. Berdasarkan suhu pertumbuhannya maka ketiga bakteri tersebut termasuk ke dalam kelompok mesofilik.

Fardiaz (1993) menambahkan telur yang telah terkontaminasi bakteri yang disimpan pada suhu dingin ada perbedaan dengan bakteri yang tumbuh pada suhu kamar. Bakteri yang umumnya terdapat pada suhu dingin termasuk bakteri psikrofilik misalnya bakteri Gram positif, bakteri Gram negatif, proteolitik, sedangkan bakteri yang tumbuh pada suhu kamar termasuk bakteri mesofil.

e. Oksigen

Mikroba mempunyai kebutuhan oksigen yang berbeda-beda untuk pertumbuhannya. Bakteri *Coliform*, *E. coli* dan *Salmonella* sp. merupakan bakteri yang bersifat anaerobik fakultatif, yaitu dapat tumbuh baik dengan atau tanpa oksigen bebas.

f. Kelembaban

Pangan yang disimpan di dalam ruangan yang lembab akan mudah menyerap air sehingga nilai  $a_w$  meningkat, apalagi telur puyuh termasuk golongan makanan semi basah. Kenaikan  $a_w$  akan mengakibatkan mikroba mudah tumbuh dan menyebabkan kerusakan pangan.