

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Daging Ayam

Secara umum konsumsi protein hewani dalam menu masyarakat Indonesia masih belum memenuhi standar gizi. Hal itu disebabkan karena faktor ekonomi yaitu harganya yang cukup mahal. Selain itu, adanya keterbatasan sumber untuk memperoleh protein hewani tersebut (Astawan dan Astawan, 1988 *diacu dalam* Situmorang, 2008 ).

Menurut Purba dkk. (2005) *diacu dalam* Situmorang (2008), daging mengandung air bebas dan nutrisi yang tinggi, serta tidak memiliki pelindung setelah disembelih, sehingga mudah dan cepat dicemari oleh mikrobia perusak. Ciri-ciri daging yang telah mengalami kerusakan adalah adanya perubahan tekstur menjadi lunak dan berair, kandungan kimia berubah, serta aroma menjadi bau busuk. Menurut Purba dkk., 2005 *diacu dalam* Situmorang, 2008), mutu dari daging pada umumnya ditentukan oleh:

1. Kelezatan bahan (*palatability*) yang terdiri dari keempukan (*tenderness*), berair (*Juiceness*), warna, aroma, dan cita rasa.
2. Sifat fisik bahan yang terdiri dari kekenyalan (*resilience*), kekakuan (*firmness*), pengikatan (*binding*) dan kekerasan (*grainness*).
3. Kandungan nutrisinya berupa air, protein, lemak dan mineral serta vitamin.
4. Kandungan mikrobia.

Kebutuhan gizi masyarakat akan terpenuhi apabila mengonsumsi daging karena mengandung gizi dan nutrisi yang lengkap. Jumlah daging yang dikonsumsi dapat mengindikasikan nilai kalori daging yang diperoleh tubuh. Kandungan gizi dan nutrisi pada daging dari ikan dan ternak secara relatif berbeda-beda. Dalam satu hari, kebutuhan gizi seorang dewasa dapat terpenuhi apabila mengonsumsi daging setidaknya 100 gram daging (Arif dkk., 2014). Komposisi kimia daging ayam per 100 gram bahan menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1996), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Daging Ayam per 100 Gram Bahan

Komposisi	Jumlah
Air (g)	55,9
Besi (mg)	1,5
b.d.d. (%)	58
Fosfor (mg)	200
Kalori (kal)	302
Kalsium (mg)	14
Karbohidrat (g)	0
Lemak (g)	25,0
Protein (g)	18,2
Vitamin B <sub>1</sub>	0,08
Vitamin C (mg)	0

(Sumber: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1996).

Daging segar memiliki ciri-ciri warnanya merah, bau darah segar serta teksturnya kenyal. Warna daging merah bisa dipertahankan dalam pengolahan dengan memberikan asam sendawa atau garamnya/natrium nitrit (Tim Penulis IPB, 2007). Selain itu, ciri-ciri daging yang segar dapat diketahui melalui uji fisik untuk mengetahui tingkat kelezatan pada daging. Daging yang baik mempunyai ciri-ciri yaitu bila ditekan dengan jari dapat kembali dengan cepat, daging kukuh atau sulit koyak, dan daging lembut (Purba dkk., 2005 *diacu*

dalam Situmorang, 2008). Syarat mutu karkas dan daging ayam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Mikrobiologis Karkas Ayam

No.	Jenis	Satuan	Persyaratan
1.	<i>Total Plate Count</i>	cfu/gram	Maksimum $1 \times 10^6$
2.	<i>Salmonella</i> sp.	per 25 gram	Negatif

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2009).

## B. Teknik Pengawetan Daging

Kesegaran daging dapat dipertahankan dari proses penyembelihan hingga sesaat sebelum dikonsumsi dengan cara diawetkan. Ada 3 metode dalam pengawetan daging yaitu secara kimia, fisik dan biologi. Pengawetan kimia dengan menggunakan bahan kimia. Pengawetan fisik yaitu melalui proses penirisan darah, penyimpanan pada suhu dingin ( $4 - 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ), atau suhu beku ( $< 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), dan pemanasan seperti pasteurisasi atau sterilisasi. Pengawetan biologi dengan memanfaatkan mikrobia misalnya pada proses fermentasi (Usmiati dkk., 2009).

Pada mulanya, teknik pengawetan bahan pangan yaitu dengan melakukan penambahan garam dan asam serta pengasapan pada bahan pangan. Belakangan ini, bahan-bahan yang mengandung senyawa antimikrobia dikembangkan dengan tujuan menghambat ataupun membunuh mikrobia patogen yang dapat merusak bahan pangan. Antimikrobia yang digunakan diharapkan dapat memperpanjang umur simpan serta menjamin keamanan pada bahan pangan (Andarwulan dkk., 2011).

Faktor-faktor yang dapat dipertimbangkan dalam pemilihan antimikrobia adalah sifat kimiawi dari senyawa antimikrobia, komposisi dan sifat produk,

pengawet tambahan yang digunakan selain antimikrobia, sifat dan jumlah mikrobia di dalam bahan pangan, aspek keamanan dari senyawa antimikrobia, aspek ekonomi seiring dengan perkembangan serta hasil dari penelitian tentang potensi tanaman tertentu sebagai antimikrobia yang dapat digunakan sebagai pengawet untuk bahan pangan (Burt, 2004).

### **C. Biopreservatif Makanan**

Menurut Purnama (2011), biopreservatif adalah bahan pengawet alami yang merupakan metabolit primer maupun metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikrobia. Biopreservatif cenderung tidak berbahaya bagi tubuh manusia dan memiliki efek penghambatan pada bakteri enteropatogenik. Menurut Gautam dan Sharma (2009), syarat-syarat biopreservatif yaitu:

1. Kegunaannya telah disetujui oleh badan yang berperan pada bidang tertentu.
2. Tidak mengubah kualitas organoleptik pada bahan pangan yang ditambahkan biopreservatif tersebut.
3. Tetap memberikan efek nyata jika digunakan dalam konsentrasi yang rendah.
4. Tidak memiliki kegunaan sebagai obat-obatan.
5. Stabil dalam penyimpanan
6. Tidak bersifat racun.
7. Ekonomis.

#### D. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat memiliki ciri-ciri: berbentuk batang dan *coccus*, Gram positif, tidak membentuk spora, bersifat katalase negatif, dan bereaksi negatif terhadap hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) (Casida, 1968 *diacu dalam* Candra, 2006). Beberapa BAL memerlukan oksigen dalam pertumbuhannya sehingga akan membentuk hidrogen peroksida, yang merupakan produk samping metabolisme aerob yang bersifat toksik. Pada kondisi aerob, BAL mampu bertahan dengan cara menghasilkan enzim katalase yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen (Battcock and Azam-Ali, 1998; Tadasse dkk., 2005).

BAL memiliki sifat yang tidak toksik karena tidak menghasilkan toksin. BAL disebut *food grade microorganism* atau mikroorganisme yang tidak beresiko terhadap kesehatan. Berdasarkan beberapa penelitian, beberapa BAL diketahui dapat berguna bagi kesehatan manusia (Kusmiati dan Malik, 2002). Beberapa genus BAL yang diketahui memproduksi bakteriosin adalah *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Propionibacterium*, dan *Streptococcus* (Utami, 2011).

BAL dapat dimanfaatkan sebagai starter pada fermentasi minuman, daging dan sayuran. Selain itu, BAL juga dimanfaatkan untuk memberi cita rasa, memberi warna, aroma dan tekstur pada bahan pangan. BAL juga berperan dalam kualitas gizi serta pencernaan produk hasil fermentasi (Kusmiati dan Malik, 2002). Menurut Kusmiati dan Malik (2002), BAL bermanfaat

dalam peningkatan kualitas kebersihan dan keamanan pangan dengan cara penghambatan alami terhadap mikrobia yang bersifat patogen. BAL dapat digunakan sebagai pengawet makanan karena mampu memproduksi bakteriosin, asam organik, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, diasetil, CO<sub>2</sub>, asetaldehid, d-isomer asam amino. Senyawa-senyawa tersebut dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme perusak pada bahan pangan (Kusmiati dan Malik, 2002).

Menurut Candra (2006), fermentasi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan BAL. Fermentasi dari berbagai sumber alam seperti sayur, buah-buahan dan produk daging dapat menghasilkan jenis BAL yang berbeda pula. BAL diperoleh melalui proses fermentasi yang akan menghasilkan asam laktat dan asetat.

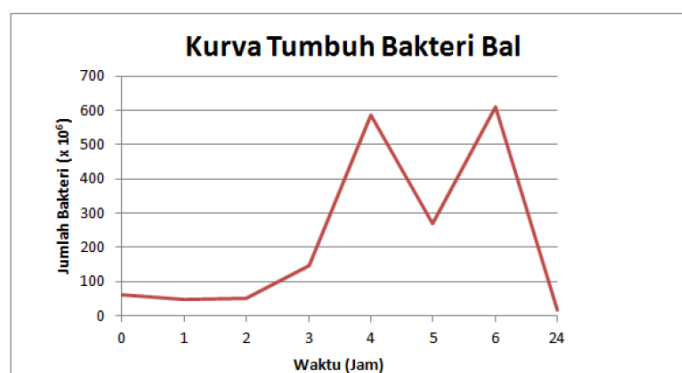
Berdasarkan tipe fermentasi, BAL dikelompokkan menjadi 2 yaitu homofermentatif dan heterofermentatif (Davidson dan Braner, 1983 *diacu dalam* Januarsyah, 2007). BAL tipe homofermentatif dapat menghasilkan asam laktat sebanyak 90 % atau lebih murni. BAL homofermentatif dapat memproduksi asam laktat dengan jumlah yang banyak sehingga digunakan dalam pengawetan bahan pangan. Menurut Winarno dkk. (1982) contoh BAL yang homofermentatif yaitu *Lactobacillus*, *Pediococcus* sp. serta *Streptococcus*.

Peningkatan jumlah BAL berbanding lurus dengan waktu inkubasi. Jumlah bakteriosin yang dihasilkan juga akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah biomassa (Boe, 1996 *diacu dalam* Januarsyah, 2007). Selain jumlah biomassa, pH medium juga dapat berpengaruh pada

pertumbuhan BAL yang akan memproduksi bakteriosin. Peningkatan pH (hingga pH optimum) juga berbanding lurus dengan produksi bakteriosin. Suhu yang tinggi dapat meningkatkan produksi bakteriosin, tetapi dapat menghambat ataupun membunuh BAL (Caldera-Olivera, 2004 *diacu dalam* Januarsyah, 2007).

Menurut Mardalena (2012), fase pertumbuhan BAL terdiri dari 4 fase yaitu fase lag, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Pada fase lag, terjadi peningkatan jumlah bakteri yang berlangsung lambat. Hal itu disebabkan karena bakteri sedang melakukan proses adaptasi terhadap kondisi lingkungan (pH, suhu dan nutrisi).

Fase lag terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-4. Fase eksponensial terjadi pertumbuhan BAL yang berlangsung sangat cepat. Fase eksponensial terjadi pada jam ke-4 sampai jam ke-7. Kurva pertumbuhan BAL pada medium MRS *broth* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat pada Medium MRS *Broth* (Mardalena, 2012).

Fase stasioner tidak terjadi penambahan jumlah bakteri karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Fase stasioner terjadi

mulai jam ke-8 sampai jam ke-24. Penurunan ini disebabkan karena nutrisi dalam media dan cadangan energi mulai menipis (Mardalena, 2012).

#### **E. Bakteriosin sebagai Pengawet Alami**

Bakteriosin yaitu senyawa protein yang berasal dari bakteri dan mudah terdegradasi dalam pencernaan manusia maupun hewan oleh enzim proteolitik (Drider dkk., 2006). Menurut Mahaputra dkk.(2005), bakteriosin menunjukkan aktivitas bakterisidal terhadap spesies yang berhubungan dekat dengan spesies penghasil bakteriosin. Bakteriosin kerap dihasilkan oleh BAL. Bakteriosin sangat efektif mencegah pertumbuhan beberapa bakteri Gram positif, bakteri penghasil spora, dan *food borne pathogens*, seperti *Listeria monocytogenes*. Selain itu, bakteriosin juga mampu menghambat beberapa mikroorganisme lainnya seperti *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus pyogenes*, *Listeria denitrificans*, dan *Esherichia coli*.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, diketahui bahwa bakteriosin berpotensi sebagai pengawet bahan pangan dan dapat digunakan dibidang farmasi. Contoh bakteri yang diketahui menghasilkan bakteriosin yaitu *L. acidophilus* 88, plantasin B oleh *L. plantarum* NCDO 1193, sakasin A oleh *L. sake* Lb 706, brevisin 37 oleh *L. brevis* B37. Dari kelompok lain nisin dihasilkan oleh *Lactococcus lactis*, colisins oleh *E. coli* (Kusmiati dan Malik, 2002).



Bakteriosin biasanya tahan terhadap panas dan dalam lingkungan asam aktivitasnya masih tetap ada seperti pada suhu 100 °C atau 121 °C selama 15 menit (Bhunias dkk., 1988). Demikian pula suhu yang sangat rendah dalam penyimpanan tidak memengaruhi aktivitas bakteriosin (Davey dan Richardson, 1981). Bakteriosin dikelompokkan menjadi 4 yaitu :

1. Lantibiotik, merupakan bakteriosin yang mengandung cincin lantionin dalam molekulnya, contohnya nisin, Lactisin 481, Lactasin S, Streptococcin SA-FF22.
2. Bakteriosin kecil (< 10 kDa), relatif tahan panas, peptida pada sisi aktifnya tidak mengandung lantionin. Kelompok kedua ini dibagi lagi dalam tiga sub kelas. Kelas IIa mempunyai peptida listria-aktif dengan sekumpulan sekuen N-terminal. Kelas IIb adalah kelompok bakteriosin yang biasanya membentuk kompleks berpori dengan aktivitas dua peptida yang berbeda. Kelas IIc adalah bakteriosin yang memerlukan peptida teraktifasi-tiol untuk mengurangi residu sistein dalam aktivitasnya.
3. Bakteriosin bermolekul protein besar (> 30 kDa) dengan protein tidak tahan panas, contoh Helvetion J dan Brevisin 27.
4. Bakteriosin yang mengandung protein kompleks, terdiri atas komponen karbohidrat maupun lipid, contoh plantarisin S yang mengandung glikoprotein (Jimenez-Diaz dkk., 1993).

Menurut Usmiati (2012), keunggulan bakteriosin adalah bukan bahan toksik, merupakan senyawa protein yang mudah didegradasi enzim proteolitik, dan tidak membahayakan alat pencernaan dan mikroflora usus. Bakteriosin

juga stabil pada kisaran pH dan suhu yang luas sehingga tahan selama proses pengolahan yang menggunakan asam dan basa, maupun kondisi panas dan dingin. Sebagai biopreservatif pangan, bakteriosin harus memenuhi kriteria seperti pengawet atau bahan tambahan makanan lainnya, yaitu aman bagi konsumen, memiliki aktivitas bakterisidal terhadap kelompok bakteri Gram positif, stabil, terdistribusi secara merata dalam sistem makanan, dan ekonomis (Usmiati, 2012).

Bakteriosin secara umum memenuhi syarat sebagai agen biopreservatif. Bakteriosin memiliki kondisi-kondisi tertentu agar dapat diproduksi. Derajat keasaman optimal untuk produksi bakteriosin adalah diantara 6,0 – 7,0. Temperatur optimum untuk produksi bakteriosin adalah 30 °C (Gautam dan Sharma, 2009).

Menurut Gautam dan Sharma (2009), bakteriosin dapat diaplikasikan ke dalam bahan pangan dengan cara-cara sebagai berikut :

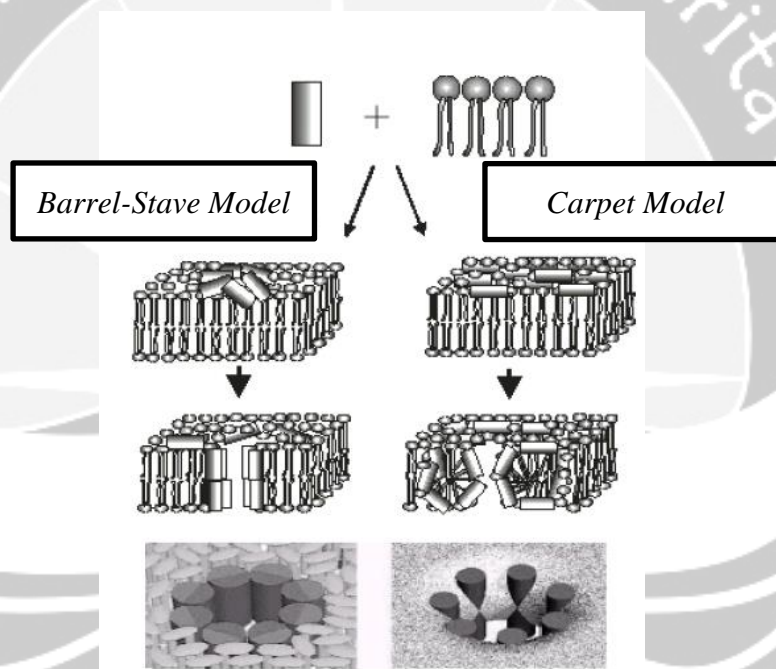
1. Langsung dicelupkan ke dalam bahan pangan.
2. Menggunakan lapisan plastik *polyethylene* dan lapisan selulosa yang dapat dimakan.
3. Adsorpsi bakteriosin pada permukaan yang berbeda-beda, seperti *polyethylene, ethylene, vinyl acetate*, dll.
4. Kemasan antibakteri yang mengandung bakteriosin.
5. Dapat digunakan juga dalam rintangan *Hurdle* yaitu metode yang mengkombinasikan dua atau lebih metode (faktor) pengawetan bahwa

masing-masing faktor adalah rintangan yang harus diatasi oleh mikroorganismenya.

Mekanisme kerja bakteriosin yaitu melalui pembentukan pori pada membran sel target, menghambat aktivitas enzim, pertumbuhan spora atau pembentukan septum. Pembentukan pori pada membran sel merangsang permeabilitas membran dapat mengganggu keseimbangan ADP/ATP intraseluler akibat kebocoran fosfat inorganik, mengurangi daya gerak proton dan jumlah kation bivalensi ( $Mg^{2+}$  atau  $Ca^{2+}$ ) menyebabkan penetralan muatan negatif fosfolipid, dan penurunan cairan membran, memungkinkan perembesan ion ( $K^+$  dan  $Mg^{2+}$ ), asam amino (asam glutamat dan lisin) dan ATP. Daya gerak proton (*Proton Motive Force* = PMF) merupakan gradien elektrokimia membran sitoplasma yang mengatur sintesis dan penimbunan ATP. Kegagalan PMF menyebabkan kematian sel melalui penghentian semua reaksi yang membutuhkan energi (Jack dkk., 1995; Eijsink dkk., 2002; Cleveland dkk., 2001; Oscarriz dan Pisabarro, 2001; Breukink dan Kruijff, 1999; vanBelkum dan Stiles, 2000; Martinez dkk., 2000; Gajic, 2003 *diacu dalam* Suparjo, 2008).

Bakteriosin dalam pembentukan pori harus berinteraksi dengan membran sitoplasma sel target. Lipid membran sitoplasma yang bermuatan negatif merupakan reseptor utama bakteriosin dalam proses pembentukan pori. Interaksi elektrostatik bakteriosin yang bermuatan positif yang bersifat hidrofobik dengan gugus fosfat bermuatan negatif pada membran sel target merupakan tahap awal pengikatan bakteriosin dengan membran target,

sehingga bagian hidrofobik bakteriosin masuk ke dalam membran membentuk pori. Konduktivitas dan stabilitas pori pada bakteriosin kelas I ditingkatkan melalui pengikatan molekul (*molecule docking*), sedangkan pada bakteriosin kelas II, reseptor membran sel target bekerja terhadap spesifikasi tertentu (Moll dkk., 1999; Cleveland dkk., 2001; Chen dan Hoover, 2003 *diacu dalam* Suparjo, 2008). Model pembentukan pori pada membran, *barrel stave* dan *carpet model* menurut Zhao (2003) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Pembentukan Pori pada Membran, *Barrel-Stave Model* dan *Carpet Model* (Zhao, 2003).

Proses penembusan membran fosfolipid oleh peptida membran aktif umumnya terjadi melalui 2 mekanisme, yaitu model tong kayu (*barrel-stave model*) dan model baji (*wedge model*) atau model karpet (*carpet*). Pada model tong kayu, peptida menghadap hampir tegak lurus terhadap membran, kemudian masuk dan membuat saluran ion sepanjang membran diikuti dengan

pengikatan monomer tambahan membentuk pori. Pada model karpet, peptida berikatan dengan permukaan membran, jika konsentrasi ambang batas monomer peptida tercapai, membran ditembus dan pori sementara terbentuk (Zhao dkk., 2003; Cleveland dkk., 2001 *diacu dalam* Suparjo, 2008).

#### **F. Peranan Asam Organik sebagai Antimikrobia**

Asam organik adalah senyawa alami dari beberapa jenis bahan pangan. Beberapa jenis asam organik yaitu asam asetat, asam malat, dan asam laktat. Asam organik berperan sebagai antimikrobia yang dapat digunakan sebagai pengawet bahan pangan karena memiliki kemampuan untuk menurunkan pH dalam bahan pangan (Roller, 2003 *diacu dalam* Amanah, 2011).

Produksi asam tergantung pada jenis BAL yang digunakan, terutama jenis *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan *Streptococcus*. Salah satu bahan organik yang telah banyak digunakan dalam bahan pangan misalnya hasil fermentasi adalah asam laktat. Selain bersifat antimikrobia, asam laktat juga berperan dalam memberi cita rasa (Roller, 2003 *diacu dalam* Amanah, 2011).

Mekanisme penghambatan bakteri oleh asam organik berhubungan dengan keseimbangan asam-basa, penambahan proton dan produksi oleh energi sel. Keseimbangan asam-basa pada sel mikrobia ditunjukkan dengan pH yang mendekati normal. Interaksi dengan senyawa kimia akan mengganggu keseimbangan asam-basa dan mengakibatkan kerusakan sel. Protein, asam nukleat dan fosfolipid dapat rusak oleh perubahan pH. Ketersediaan ion-ion logam akan mengganggu permeabilitas membran karena membran

kurang permeabel terhadap ion dibandingkan dengan molekul yang tidak bermuatan. Perubahan permeabilitas membran akan menghasilkan efek ganda, yaitu mengganggu transpor nutrisi ke dalam sel dan menyebabkan metabolit internal keluar dari sel (Davidson dan Branen, 1993 *diacu dalam Amanah, 2011*).

#### **G. Buah Nanas (*Ananas comosus* L.)**

Nanas atau *Ananas comosus* L. merupakan tanaman yang diperkirakan berasal dari Amerika Selatan yang ditemukan oleh orang Eropa pada tahun 1493 di pulau Caribbean. Akhir abad ke-16 Portugis dan Spanyol memperkenalkan nanas ke benua Asia, Afrika, dan Pasifik Selatan, sehingga pada abad ke-18, buah ini dibudidayakan di Hawaii, Thailand, Filipina, Cina, Brasil, dan Meksiko (Lawal, 2013).

Penyebaran buah nanas di Indonesia dibawa oleh bangsa Spanyol pada abad ke-15. Kondisi lahan dan iklim Indonesia yang memungkinkan dalam pertumbuhan nanas, menyebabkan nanas banyak dibudidayakan baik sebagai tanaman pekarangan maupun budidaya perkebunan dalam skala yang besar. Daerah penghasil nanas yang terkenal berasal di Indonesia adalah dari Subang, Bogor, Riau, Palembang, dan Blitar. Nanas mempunyai nama lain seperti henas, kenas, honas (Batak), manas (Bali), Danas (Sunda), dan Pandang (Makassar) (Sunarjono, 2008).

Tanaman nanas merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuh hingga 50 – 150 cm, batangnya pendek dan ditutupi daun dan akar. Panjang batang

bagian atas yaitu 5,5 – 6,5 cm, bagian bawah adalah 2 – 3,5 cm, dan panjang batang keseluruhan pada umumnya 20 – 30 cm. Bentuk batang beruas-ruas pendek dengan panjang ruas antar 1 – 10 mm (Lisdina, 1997 *diacu dalam* Sitepu, 2003). Menurut Bartholomew dkk. (2003), kedudukan taksonomi nanas sebagai berikut:

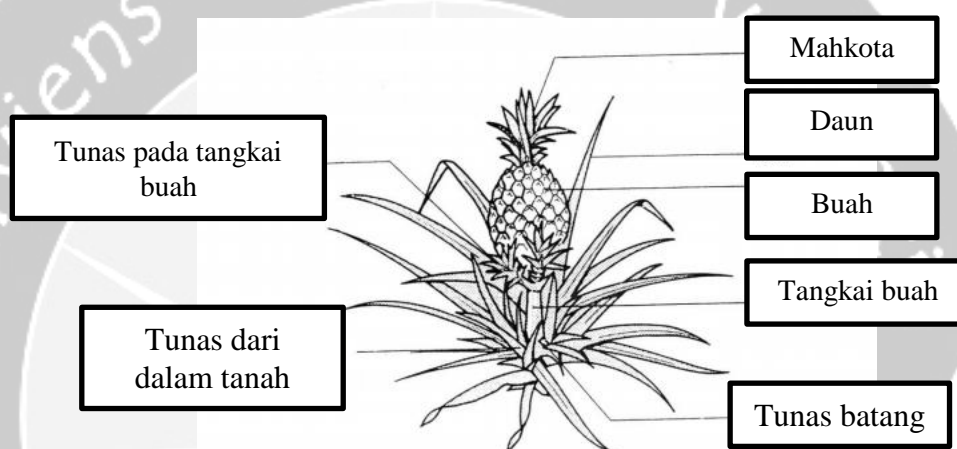
Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Farinosae
Famili	: Bromeliaceae
Genus	: <i>Ananas</i>
Spesies	: <i>Ananas comosus</i> L.

Daun nanas memiliki panjang  $\pm$  100 cm dan lebar 2 – 8 cm, berbentuk pedang, ujung daun runcing dan tepi daun memiliki duri dan berwarna hijau atau hijau kemerahan. Daun nanas berkumpul dalam roset akar, bagian pangkalnya melebar menjadi pelepah. Pada mulanya daun nanas akan tumbuh melambat setelah beberapa lama dan menjadi cepat seiring dengan pertambahan umur tanaman (Dalimartha, 2001).

Menurut Lisdina (1997) *diacu dalam* Sitepu (2003), nanas mempunyai bunga yang merupakan rangkaian bunga majemuk yang terletak pada ujung batang. Kuntum bunga nanas sebanyak 5 – 10, yang akan tumbuh sekitar 10 – 20 hari setelah tanam. Waktu dari tanam hingga berbentuk bunga sekitar 6 – 16 bulan.

Menurut Dalimartha (2001), buah nanas merupakan buah majemuk yang merupakan gabungan dari 100 – 200 bunga yang berbentuk bulat panjang. Putik bunga akan berubah menjadi mata buah nanas. Buahnya mempunyai rasa

yang asam hingga manis, berbentuk bulat panjang, berdaging, berwarna hijau, dan akan berwarna kuning jika masak. Ciri-ciri buah yang sudah siap dipanen adalah timbul aroma nanas yang harum dan khas, mata buah lebih mendatar, besar dan bentuknya bulat, bagian pada dasar buah berwarna kuning, mahkota buah terbuka, dan tangkai buah mengkerut. Morfologi Tanaman Nanas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi Tanaman Nanas (Bartholomew dkk., 2003)

Daun nanas bersifat sebagai anti radang, pencahar, menormalkan siklus haid, sedangkan pucuk nanas digunakan sebagai obat kencing batu dan fungsi lain nanas seperti mengganggu pertumbuhan sel kanker, menghambat penggumpalan trombosit dan memiliki aktivitas fibrinolitik (Dalimartha, 2001). Komposisi kimia daging buah nanas masak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Daging Buah Nanas Masak

Kandungan Kimia	%
Air	85,0
Protein	0,4
Lemak	0,2
Abu	0,4
Gula	12,0
Asam sulfat sitrat	1,0

(Sumber: Kwartiningsih dan Mulyati, 2005).



Nanas mempunyai kandungan nitrogen, enzim bromelin dan asam amino yang tinggi yang berfungsi dalam menurunkan atau menghambat pertumbuhan bakteri dalam mulut dan pembentukan plak. Selain itu, nanas juga mempunyai kandungan klor, iodium dan fenol yang berfungsi sebagai antibakteri. Iodin merupakan zat bakterisidal terkuat dalam membunuh hampir semua bakteri patogen dengan cara menggumpalkan protein (Dalimartha, 2001). Kandungan kimia buah nanas menurut Bartholomew dkk. (2003) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Kimia Buah Nanas

Vitamin	Unit	Nilai per 100 gram	Std. Error
Vitamin C	Mg	16.9	2.464
Thiamin	Mg	0.078	0.002
Riboflavin	Mg	0.029	0.016
Niasin	Mg	0.470	0.283
Asam Pantothenic	Mg	0.193	0.032
Vitamin B-6	Mg	0.106	0.003
Asam folat	mcg	11	2.313
Kolin	Mg	5.6	0
Betaine	Mg	0.1	0
Vitamin A, RAE	mcg_RAE	3	0.312
Beta karoten	mcg	31	3.75
Alpha karoten	mcg	0	0
Cryptoxantin, beta	mcg	0	0
Vitamin A, IU	IU	52	6.25
Lycopen	mcg	0	0
Lutein + zeaxanthin	mcg	0	0
Vitamin K (phylloquinone)	mcg	0.7	0
Serotonin	%	15 - 25	-
Enzim bromealin	%	24 - 39	-

(Sumber: Bartholomew dkk., 2003)

Menurut Rukmana (1996), varietas nanas yang banyak ditanam di Indonesia adalah *Cayenne* yang biasa merupakan nanas yang umum dan *Queen* dengan contoh seperti nanas madu. Menurut Kwartiningsih dan Mulyati

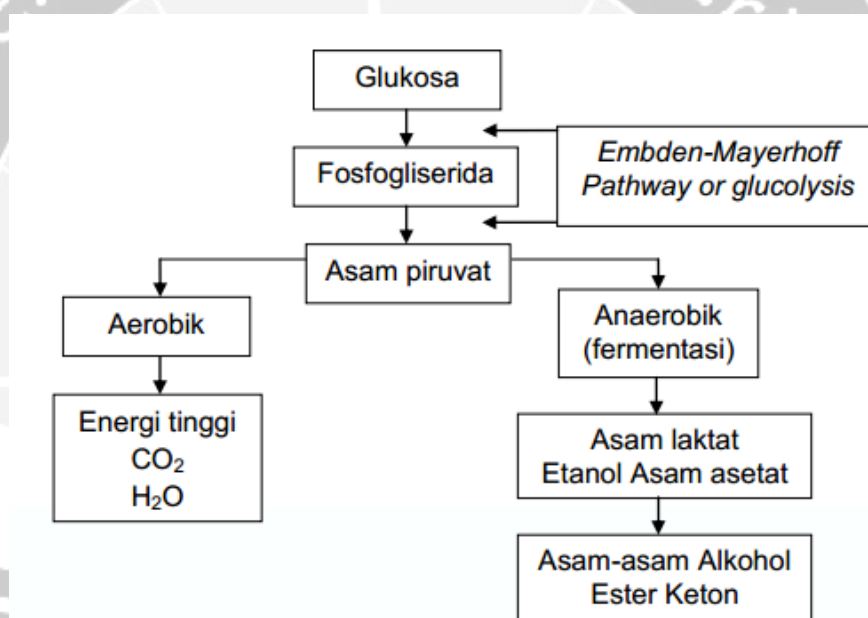
(2005), kandungan gula yang terlalu tinggi akan menghambat proses fermentasi, kandungan gula yang terbaik untuk proses fermentasi adalah 12 – 18 %. Menurut Rukmana (1996), berdasarkan bentuk daun dan buah, nanas digolongkan menjadi 4, yaitu:

1. *Cayenne*, merupakan nanas yang mempunyai daun yang halus, berduri dan tidak berduri, buah berbentuk silindris dengan ukuran yang besar, berwarna hijau kekuningan dengan rasa sedikit asam.
2. *Queen*, nanas dengan daun yang pendek, berduri tajam, buah berbentuk lonjong, berwarna kuning kemerahan dengan rasa yang manis
3. Spanyol, nanas yang mempunyai daun yang panjang dan kecil, berduri halus ataupun kasar, bentuk buah bulat dengan mata yang datar.
4. *Abacaxi*, merupakan nanas yang memiliki daun panjang dan berduri kasar serta bentuk buahnya silindris.

## **H. Fermentasi**

Fermentasi merupakan proses katabolisme anaerobik dengan senyawa organik yang berlaku sebagai donor dan aseptor elektron dan menghasilkan ATP sebagai sumber energi (Madigan dkk., 2012). Salah satu proses perubahan kimia pada proses fermentasi adalah pemecahan gula menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub>. Di dalam proses fermentasi terjadi penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi dan juga proses perubahan substrat menjadi produk baru (Rustan, 2013).

Produk makanan fermentasi adalah tapai, bir, tempe, keju dan *yoghurt*. Fermentasi pada bahan pangan dapat memberikan cita rasa, perubahan aroma, peningkatan nutrisi dan peningkatan masa simpan makanan. Aktivitas mikrobia pada proses fermentasi akan menyebabkan perubahan kadar pH dan dapat membentuk senyawa penghambat mikroorganisme seperti alkohol dan bakteriosin (Utami, 2012). Diagram proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Proses Fermentasi (Sumber: Muchtadi dan Fitriyono, 2010 *diacu dalam* Rustan, 2013).

Berdasarkan sumber mikrobia yang berperan, ada dua cara fermentasi yaitu fermentasi spontan dan fermentasi tidak spontan. Fermentasi spontan merupakan fermentasi yang melibatkan mikrobia yang berkembang biak secara spontan karena lingkungan hidupnya dibuat sesuai untuk pertumbuhannya. Fermentasi tidak spontan merupakan fermentasi yang pada proses pembuatannya ditambahkan mikrobia yang dapat berkembang biak dan dapat

menghasilkan produk yang diinginkan seperti meningkatkan kualitas cita rasa, dan tekstur bahan pangan menjadi lebih baik jika dibandingkan dengan bahan pangan yang tidak difermentasi (Prasetya, 1985 *diacu dalam* Rustan, 2013).

Menurut Muchtadi dan Fitriyono (2010) *diacu dalam* Rustan (2013), proses fermentasi tergantung dari hasil yang diinginkan dan jenis mikroorganisme yang digunakan. Proses fermentasi terjadi dalam keadaan anaerob, sehingga mikrobia pada bahan pangan akan mengubah glukosa menjadi air, CO<sub>2</sub> dan energi (ATP).

Menurut Nurani dkk. (2013), faktor yang memengaruhi dari proses fermentasi, yaitu:

1. Keasaman (pH)

Tingkat pH optimum untuk proses fermentasi adalah 3,5 – 5,5. Salah satu faktor yang menyebabkan makanan tahan lama adalah karena mengandung asam. Tetapi jika mikrobia dapat terus tumbuh dan ketersediaan oksigen memadai pada proses fermentasi, maka kemampuan asam sebagai pengawet akan berkurang.

2. Mikrobia

Penambahan mikrobia pada fermentasi sebagai starter sangat bervariasi yaitu 3 – 10 % dari volume medium fermentasi.

3. Suhu

Setiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan terbaik atau suhu pertumbuhan optimal yang berbeda-beda. Salah satu mikroorganisme yang

sering digunakan dalam proses fermentasi adalah *Saccharomyces* yang memiliki suhu pertumbuhan optimal yaitu 30 °C.

#### 4. Alkohol

Alkohol pada konsentrasi tertentu dapat mengganggu pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan pada proses fermentasi. Konsentrasi alkohol 12 – 15 % diketahui dapat mengganggu pertumbuhan mikrobia tertentu.

#### 5. Lama Fermentasi

Lama fermentasi dapat memengaruhi pertumbuhan mikrobia. Hal itu dapat dilihat dari terjadinya pembesaran ukuran, volume dan berat pada sel. Semakin lama proses fermentasi (selama kondisi memungkinkan) maka jumlah mikrobia akan semakin banyak.

#### 6. Oksigen

Kebutuhan oksigen setiap mikrobia dalam proses fermentasi memiliki jumlah yang berbeda-beda. Hal itu menyebabkan pada proses fermentasi perlu dilakukan pengontrolan oksigen. Mikrobia yang menghasilkan alkohol dari gula, sebaiknya diatur dalam kondisi anaerobik atau tanpa oksigen.

#### 7. Substrat dan Nutrien

Setiap mikroorganisme yang digunakan dalam fermentasi membutuhkan substrat dan nutrisi yang berbeda-beda. Substrat dan nutrisi tersebut akan digunakan untuk menyediakan mineral, nitrogen, vitamin dan energi yang akan digunakan dalam pertumbuhannya.

## I. Sifat-sifat Organoleptik pada Produk Pangan

Menurut deMan (1989) *diacu dalam* Nurhakim (2005), warna, tekstur, rasa dan aroma memegang peranan penting dalam menentukan daya terima suatu produk pangan. Warna dapat memberi petunjuk mengenai perubahan kimia yang terjadi pada produk pangan. Tekstur produk pangan berhubungan dengan sifat aliran dan deformasi produk serta cara berbagai unsur struktur dan unsur komponen ditata dan digabung menjadi mikro dan makro struktur. Lemak berperan dalam penambahan kalori serta memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan. Lemak banyak memengaruhi cita rasa daging.

Aroma dan rasa memengaruhi rangsangan selera. Aroma dan rasa sulit dipisahkan. Perubahan rasa dan aroma antara lain dipengaruhi oleh adanya pertumbuhan mikrobia. Aroma adalah rasa dan abu yang sangat subyektif serta sulit diukur karena setiap orang mempunyai sensitivitas dan kesukaan yang berbeda. Rasa merupakan respon yang dihasilkan oleh sesuatu yang dimasukkan ke dalam mulut, sedangkan aroma adalah perasan yang dihasilkan oleh indera bau atau penciuman (deMan, 1997 *diacu dalam* Nurhakim, 2005).

## J. Hipotesis

1. Penggunaan bakteriosin dari BAL yang diisolasi dari fermentasi nanas (*Ananas comosus* L.) mampu memperpanjang umur simpan daging ayam pada suhu ruang 27 °C.

2. Penggunaan asam laktat dari BAL yang diisolasi dari fermentasi nanas (*Ananas comosus* L.) mampu memperpanjang umur simpan daging ayam pada suhu ruang 27 °C.
3. Bakteriosin dari BAL yang diisolasi dari fermentasi nanas (*Ananas comosus* L.) paling optimal memperpanjang umur simpan daging ayam pada suhu ruang 27 °C.

