



BUKU AJAR
DASAR TEKNOLOGI HASIL TERNAK

DISUSUN OLEH :
Ir. Nurwantoro, MS
Sri Mulyani, SPt, MP

FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2003

LPT-PUSTAK-UNDIP
No. Daft: ... 840/KI/PP/04
Tgl. : 19 Oct 04

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
Kata Pengantar	vi
I. PENDAHULUAN	1
II. PENGETAHUAN DASAR DAGING	2
Pengertian Daging	2
Komposisi Daging.....	2
Sifat Biokimia Daging	7
Sifat Fisik Daging	10
Sifat Mikrobiologi Daging	15
Pengujian Kualitas Daging	17
III. PENGETAHUAN DASAR SUSU	24
Terminologi Susu	24
Komposisi Susu	24
Faktor-faktor yang Mempengaruhi Komponen Susu	25
Komponen Susu	26
Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Susu	32
Klasifikasi Susu	36
Kerusakan Susu	37
Pengujian Kualitas Susu Segar	39
IV. PENGETAHUAN DASAR TELUR	50
Pengertian Telur	50
Beberapa Sifat Fisikokimia Telur	57
Pengujian Kualitas Telur	61
V. PENGETAHUAN DASAR KULIT DAN HASIL IKUTAN TERNAK	66
Pengetahuan Dasar Kulit	66
Histologi	66
Komposisi Kimia Kulit	67
Pengetahuan Dasar Hasil Ikutan	71
Klasifikasi Hasil Ikutan Ternak	71
Pemanfaatan Hasil Ikutan Ternak.....	71

	Halaman
VI. DASAR DASAR PENGOLAHAN HASIL TERNAK	75
Pengolahan dengan Suhu Tinggi dan Suhu rendah	75
Pengolahan dengan bahan pengawet	78
Pengolahan Secara Fermentasi	85
Pengolahan dengan Iradiasi	89
DAFTAR PUSTAKA.....	93

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Komposisi Kimiawi Relatif Otot Skeletal Mammali (% berat segar).....	3
Tabel 2. Komposisi Kimia Daging rendah lemak dari berbagai spesies ternak (%)	4
Tabel 3. Hubungan kandungan Kimia Susu kolustrum dengan Waktu Pemerahan	25
Tabel 4. Rata-rata kandungan Mineral Susu	30
Tabel 5. Jumlah Kandungan Vitamin di dalam Susu	31
Tabel 6. Syarat Fisik dan Kimia Minimal yang harus Dipenuhi Susu Menurut Codex Susu Indonesia.....	36
Tabel 7. Bentuk-bentuk Kerusakan Susu karena Mikrobiologis	39
Tabel 8. Prosentase Komponen Penyusun Yolk	52
Tabel 9. Kualitas Telur	63
Tabel 10. Macam-Macam kelenjar Beserta Hormon dan Enzim Yang dihasilkan	74
Tabel 11. Standar mutu Beberapa Jenis Susu bubuk)	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram alur Glikolisis.....	8
Gambar 2. Daur Glikolisis	9
Gambar 3. Butyrometer Untuk Uji Lemak Metode Gerber	42
Gambar 4. Alat sentrifuse babcock dan botol Babcock (sumber ; Sudarmadji <i>et al.</i> 1984)	44
Gambar 5. Ilustrasi Histologi Kulit	67

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya Buku Ajar Dasar Teknologi Hasil Ternak. Tulisan ini disusun berdasarkan hasil evaluasi belajar mengajar pada beberapa mata kuliah bidang pangan yang lain seperti : Ilmu Daging, Dasar Teknolog Hasil Ternak dan Teknologi Hasil Ternak pada Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.

Buku Ajar ini digunakan dalam Mata Kuliah Dasar Teknologi Hasil Ternak khususnya untuk mahasiswa Program Studi S1 Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Di dalam Buku Ajar ini diberikan uraian yang cukup sederhana dan jelas, disesuaikan dengan silabus Mata Kuliah yang bersangkutan.

Adapun materi yang diberikan meliputi : (1) Pengetahuan Dasar Daging : Komposisi kimia daging, sifat biokimia daging, sifat fisik daging, sifat mikrobiologi daging dan pengujian kualitas daging (2) Pengetahuan dasar susu : terminologi susu, komposisi susu, Faktor-faktor yang mempengaruhi komponen susu, sifat-sifat fisik dan kimia susu, klasifikasi susu, kerusakan susu dan pengujian kualitas susu segar, (3) Pengetahuan dasar telur : pengertian telur, beberapa sifat fisikokimia telur dan pengujian kualitas telur, dan (4) Pengetahuan dasar kulit dan hasil ikutan : histologi kulit, komposisi kimia kuli, klasifikasi hasil ikutan ternak dan pemanfaatan hasil ikutan ternak dan Pengetahuan tentang dasar-dasar proses pengolahan hasil ternak.

Sehubungan dengan selesainya penyusunan Buku Ajar ini ucapan terima kasih disampaikan kepada : (1) DIKTI yang telah memberi dana melalui Program Serni Que V 2003. (2) Dekan Fakultas Peternakan UNDIP dan berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan diktat ini.

Diharapkan Buku ajar ini dapat membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum serta dapat dijadikan sarana untuk mengembangkan ketrampilan dan memperluas cakrawala di bidang Teknologi Pangan, utama produk hasil ternak.

Semarang, 2003

PENDAHULUAN

Hasil ternak seperti daging, susu dan telur merupakan hasil ternak (bahan pangan) yang masing-masing mempunyai sifat spesifik (khas). Sifat-sifat yang dimiliki adalah sifat fisik; sifat kimia, sifat biokimia dan sifat mikrobiologi. Sifat-sifat tersebut pada kondisi alami tidak berdiri sendiri-sendiri tetapi saling berinteraksi.

Sifat-sifat hasil ternak seperti tersebut di atas dipelajari dalam buku ini (Pengetahuan Dasar Hasil Ternak). Apabila sifat-sifat hasil ternak telah diketahui, maka banyak manfaat yang akan diperoleh antara lain :

1. Mengetahui kualitas bahan baku hasil ternak
2. Dapat memilih cara pengolahan atau pengawetan hasil ternak dengan tepat sesuai dengan sifat-sifat yang dimilikinya.
3. Dapat mengetahui tanda-tanda kerusakan hasil ternak.

Selain hasil ternak utama (daging, susu dan telur) dikenal juga hasil ikutan ternak. Hasil ikutan ternak yang utama adalah kulit, sedangkan hasil ikutan lainnya misalnya tulang, darah, tanduk, kuku dan kelenjar. Masing-masing hasil ikutan ternak mempunyai sifat-sifat yang khas. Apabila sifat-sifat tersebut telah diketahui, maka pengolahan atau pengawetan lebih lanjut dapat dipilih dengan tepat. Akibat pengolahan hasil ikutan biasanya dapat meningkatkan daya guna dan nilai ekonomisnya.

Setelah sifat-sifat hasil ternak diketahui, biasanya hasil ternak diproses lebih lanjut. Dasar-dasar proses yang perlu diketahui untuk mengolah hasil ternak antara lain yaitu pengolahan dengan suhu tinggi, pengolahan dengan suhu rendah, fermentasi, penambahan bahan pengawet dan iradiasi. Lima prinsip dasar pengolahan hasil ternak tersebut juga akan dipelajari dalam buku ini.

Diharapkan dengan mempelajari buku ajar ini maka mahasiswa dapat mengenal hasil ternak, cara pengujian dan dasar proses pengolahannya. Buku ajar ini sebagai persyaratan dasar untuk mengambil mata kuliah selanjutnya yaitu Teknologi pengolahan Hasil Ternak.

PENGETAHUAN DASAR DAGING

PENGERTIAN DAGING

Definisi daging adalah semua jaringan hewan dan produk olahannya yang sesuai dan digunakan sebagai makanan.

Daging terdiri dari 4 empat jaringan utama yaitu :

- a. Jaringan otot (*muscle*)
- b. Jaringan ikat
- c. Jaringan epitel
- d. Jaringan saraf

Daging dapat diklasifikasikan berdasarkan :

- a. intensitas warna yaitu daging merah dan daging putih.
- b. asal daging
 1. Daging merah misalnya daging sapi, daging kerbau, daging babi, daging domba, daging kambing dan daging kuda.
 2. Daging unggas misalnya daging ayam, itik dan angsa.
 3. Daging hasil alut misalnya ikan, udang, kepiting, kerang
 4. Daging hewan liar misalnya kijang, babi hutan.
 5. Daging aneka ternak, misalnya kelinci, burung puyuh, merpati.

KOMPOSISI KIMIA DAGING

Komposisi kimia daging bervariasi di antara spesies, bangsa, atau individu ternak. Komposisi kimia tersebut dipengaruhi oleh faktor genetika dan lingkungan termasuk di dalamnya faktor nutrisi. Tabel di bawah merupakan komposisi kimia daging dari berbagai spesies ternak termasuk komposisi kimia daging rendah lemak untuk beberapa spesies. Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan dan keinginan untuk diet, maka dewasa ini daging rendah lemak banyak diminati.

Tabel 1 Komposisi kimiawi relatif otot skeletal mammalia (% berat segar)

Komponen Kimia	Persen
Air (65-80%)	75
Protein (16 – 22%)	18,5
a. Protein miofibrilar	11,5
i. Protein kontraktil miosin aktin	5,5
ii. Protein pengatur tropomiosin (komplek)	0,4
iii. Protein sitoskeletal konektin, (titin), nebulin, C-protein, miomèsin (M-protein), desmin (skeletin), filsmín, vimentin, sinemin, Z-protein, I-protein, F-protein, kreatin kinase	0,5
b. Protein sarkoplasmik enzim-enzim yang larut dalam sarkoplasmik dan mitokondrial	6,0
mioglobin	5,5
hemoglobin	0,3
sitarokrom dan flavoprotein	0,1
Lipid (kisaran 1,5 – 13%)	1,4
- Lipid netral (0,5 – 1,5%)	3,0
- Fosfolipid	1,0
- Serebrosid	0,5
- Kolesterol	0,5
Substansi non-protein nitrogen	1,5
- kreatin dan kreatin fosfat	0,5
- nukleotida termasuk ATP dan ADP	0,3
- peptida-peptida (termasuk anserin dan karnosin)	0,3
- substansi-substansi non protein lain termasuk kreatin, urea, IMP	
Karbohidrat dan substansi non nitrogen (0,5-1,5%)	1,0
- glikogen (0,5- 1,3%)	0,8
- glukosa	0,1
- Intermediat dan produk-produk metabolisme sel termasuk heksosa, dan triosa fosfat, asam laktat, asam sitrat, asam fumarat, asam suksinat dan asam asetoasetat)	0,1
Konstituen organik	0,3
- potassium	0,2
- Total fosforus (fosforus fosfat dan fosforus anorganik)	0,2
- sulfur (termasuk sulfat)	0,2
- Klorin	0,1
- Sodium	0,1
- Lain-lain (termasuk Mg, Ca, Fe, Co, Cu, Zn, Ni, Mn)	0,1
vitamin-vitamin yang larut dalam air, lemak dalam jumlah sangat sedikit	

Sumber : Forest et al. (1975) ; Lawrie (1979) ; Judge et al (1989); Soeparno (1994)

Tabel 2. Komposisi kimia daging rendah lemak dari berbagai species ternak (%)

Species	Air	Protein	Lemak	abu
Sapi	70 – 75	20 – 22	4 – 8	1
Ayam	73,7	20 – 23	4,7	1
Domba	73	20	5 – 6	1,6
Babi	68 – 70	19 – 20	9 – 11	1,4

Sumber : Fennema (1985), Food chemistry

Air

Molekul air bersifat polar. Keberadaan molekul air dalam daging dikelompokkan menjadi 3, yaitu dalam bentuk air terikat (*bound water*), immobilized water dan air bebas (*free water*). Salah satu sifat fisik daging yang terkait dengan keberadaan air yaitu *water holding capacity* (WHC) dalam bahasa Indonesia sering disebut sebagai Daya Ikat Air (DIA). WHC diartikan sebagai kemampuan daging untuk menahan air selama aplikasi kekuatan eksternal (seperti pemotongan, pemanasan, penggilingan atau tekanan). Besar kecilnya WHC dapat mempengaruhi warna (*color*), tekstur (*texture*), kekenyalan (*firmness*), kesan jus (*juiciness*) dan keempukan (*tenderness*).

Protein

Daging mentah mengandung protein sekitar 19 – 23%, tergantung dari kadar lemaknya yang mempunyai hubungan negatif antara kedua konstituen tersebut. Setiap 100 g protein daging masak memenuhi sekitar 25 – 30% atau setara dengan 45 – 55% dari kebutuhan protein sehari yang dianjurkan NRC (1988).

Berdasarkan tingkat kelarutannya protein otot terbagi dalam tiga kategori utama, yaitu protein miofibrilar (protein larut dalam garam), sarkoplasmik dan stromal. Protein sarkoplasmik mudah larut dalam air atau buffer dengan kekuatan ion rendah, sedangkan protein miofibrilar dalam ekstraksinya memerlukan buffer kekuatan ion tinggi atau sedang. Protein sarkoplasmik antara lain meliputi mioglobin, hemoglobin dan enzim yang terkait dengan glikolisis, dan

siklus trikarboksilat (TCA). Mioglobin berfungsi untuk memberikan warna merah pada daging, sebagai tempat penyimpanan oksigen dan mengangkut oksigen dalam otot.

Protein stromal merupakan protein fibrus yang berasosiasi dengan protein jaringan ikat (secara komparatif tidak larut.). Protein stromal antara lain berupa kolagen dan elastin. Kolagen mempunyai sifat tidak larut dalam asam, larutan garam netral dan alkohol, tahan terhadap enzim-enzim tertentu, menyusut pada suhu 60 –70 ° C dan menjadi gelatin pada suhu lebih tinggi dari 80°C. Elastin mempunyai sifat elastis, hanya dapat didegradasi oleh enzim tertentu dan tahan terhadap suhu sampai 150°C.

Protein miofibrilar terkait dengan filamen tebal dan tipis yang mudah larut dalam garam. Filamen tebal disebut sebagai miosin berupa protein fibrus berjumlah sekitar 55% dari total protein miofibrilar, sedangkan filamen tipis disebut aktin berupa protein globular berjumlah sekitar 20% dari total protein miofibrilar. Selain aktin dan miosin (protein kontraktile) masih terdapat protein tropinin dan tropomiosin sebagai protein pengatur dalam proses kontraksi otot. Adapun mekanisme kontraksi otot adalah sebagai berikut

- Otot dalam keadaan relaksasi

Ca^{2+} dalam sarkoplasmik retikulum rendah, sedangkan konsentrasi ATP (komplek energi-ATP) tinggi, hal ini akan mencegah interaksi akto-miosin karena protein pengatur menghambat pembentukan jembatan silang antara akto-miosin.

- Otot dalam keadaan pasca-mati/postmortem

Konsentrasi Ca^{2+} naik dalam sarkoplasma, hal ini memicu terjadinya kontraksi, sedangkan suplai energi-ATP menurun sehingga protein pengatur mengikat Ca^{2+} maka terjadilah kompleks akto-miosin.

Lipida

Berdasarkan lokasi distribusinya lipida dalam daging antara lain terdiri atas lemak intermuskular, lemak intra muskular , lemak dalam jaringan lemak (adiposa), lemak di dalam jaringan syaraf dan lemak di dalam darah. Adapun komponen-komponen penyusun lipida meliputi senyawa trigliserida, fosfolipida,

kolesterol dan vitamin yang larut dalam lemak. Fosfolipida merupakan golongan fosfolipida yang berperan penting dalam sensasi cita rasa dan daya simpan daging atau produk olahan daging. Kolesterol merupakan golongan sterol khusus dari produk hewani. Konsentrasi tinggi terdapat dalam jaringan syaraf, hati dan ginjal.

Karbohidrat

Karbohidrat dalam daging terdapat dalam jumlah yang sedikit kurang dari 1% berat daging. Sebagian besar berada dalam bentuk glikogen dan asam laktat. Glikogen juga terdapat di dalam hati.

Mineral

Daging merupakan sumber mineral Fe (zat besi) yang baik untuk memelihara kesehatan, untuk sintesis hemoglobin dan enzim-enzim tertentu. Ginjal, hati dan limpa mengandung zat besi yang lebih tinggi dibanding otot dan daging segar. Kandungan Ca daging cenderung rendah. Kadar Ca daging sapi dan ayam secara relatif lebih rendah dibandingkan daging domba, babi dan veal. Kandungan mineral yang lain antara lain : K, Na, Co, P, Mg, Cu, S, Ca, Zn, Cl, Ni. Daging mengandung Zn dalam jumlah yang lebih tinggi dibanding Zn dalam tanaman. Kadar mineral tersebut tidak berubah dengan adanya perlakuan pemanasan. Tetapi mineral tersebut akan hilang bersama drip jika daging mengalami pemasakan.

Vitamin

Daging kaya akan vitamin B-Kompleks, tiamin, vitamin B-6 dan B-12, sedangkan kandungan vitamin A dan C relatif rendah. Daging Babi mengandung sejumlah tinggi tiamin, daging ayam mengandung sejumlah tinggi vitamin niasin dan B-6 dan daging sapi tinggi kandungan vitamin B-6 dan B-12. Selama pemanasan atau pemasakan akan kehilangan vitamin B-Kompleks karena hilang bersama drip dan sebagian tiamin akan mengalami kerusakan. Vitamin A, D, E, K banyak terdapat di dalam hati.

SIFAT BIOKIMIA DAGING

Rigor Mortis (Kekakuan Otot setelah Kematian)

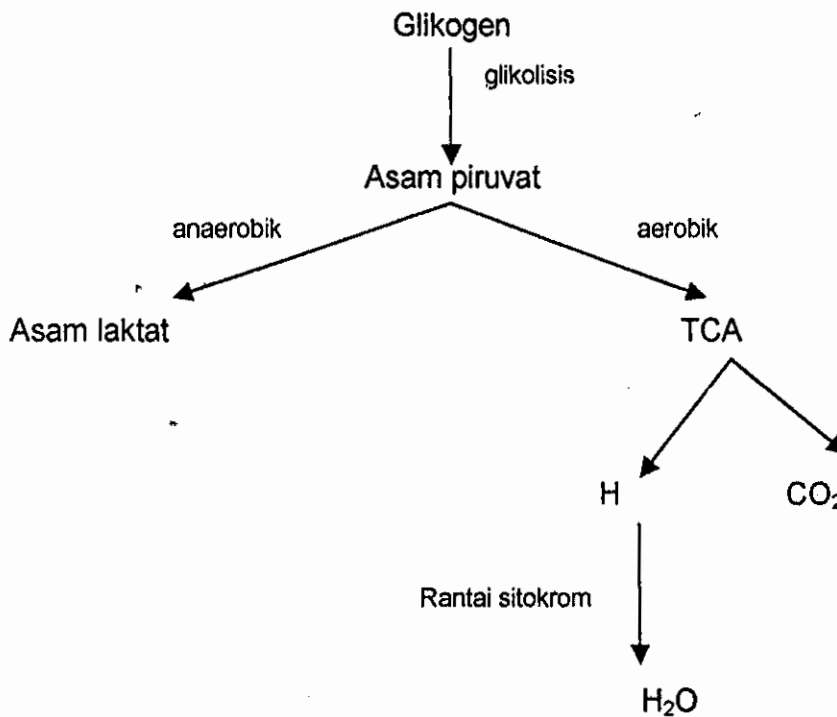
Rigormortis terjadi setelah cadangan energi otot habis atau otot sudah tidak mampu lagi mempergunakan cadangan energi. Rigormortis berkaitan dengan semakin habisnya ATP otot. Tidak adanya ATP mengakibatkan filamen aktin dan filamin miosin saling tumpah tindih dan terkunci sehingga membentuk ikatan aktomiosin yang permanen sehingga otot tidak dapat diregangkan (Huxley, 1960).

Selama konversi otot menjadi daging terjadi proses kekakuan otot. Kekakuan otot setelah kematian dan otot tidak dapat diregangkan disebut rigormortis. Perkembangan proses rigormortis terdiri dari tiga fase yaitu : fase penundaan, fase cepat, dan fase pasca kaku. Proses hilangnya daya regang otot sampai terbentuknya kompleks aktomiosin mula-mula berlangsung secara lambat selama beberapa jam (fase penundaan), kemudian berlangsung cepat (fase cepat) dan akhirnya berlangsung secara konstan dengan kecepatan rendah sampai tercapainya kekakuan (rigor) (Soeparno, 1994). Dengan demikian kondisi rigormortis ditandai dengan adanya kehilangan daya mulur/elastis, kehilangan daya regang/memanjang, pemendekan otot dan naiknya ketegangan atau tensi otot.

Waktu mulainya rigormortis untuk daging sapi dan domba sekitar 6 – 12 jam, babi sekitar 15 menit – 3 jam dan unggas sekitar 5 menit – 1 jam. Penurunan pH otot postmortem seiring dengan perkembangan rigormortis berbeda di antara spesies. Satu jam postmortem pH awal daging domba dan kuda secara relatif lebih tinggi daripada pada sapi dan babi tetapi saat mulai rigormortis (fase cepat) sampai pH ultimat tercapai pada sapi dan kuda lebih rendah dibandingkan pada babi dan domba.

Glikolisis

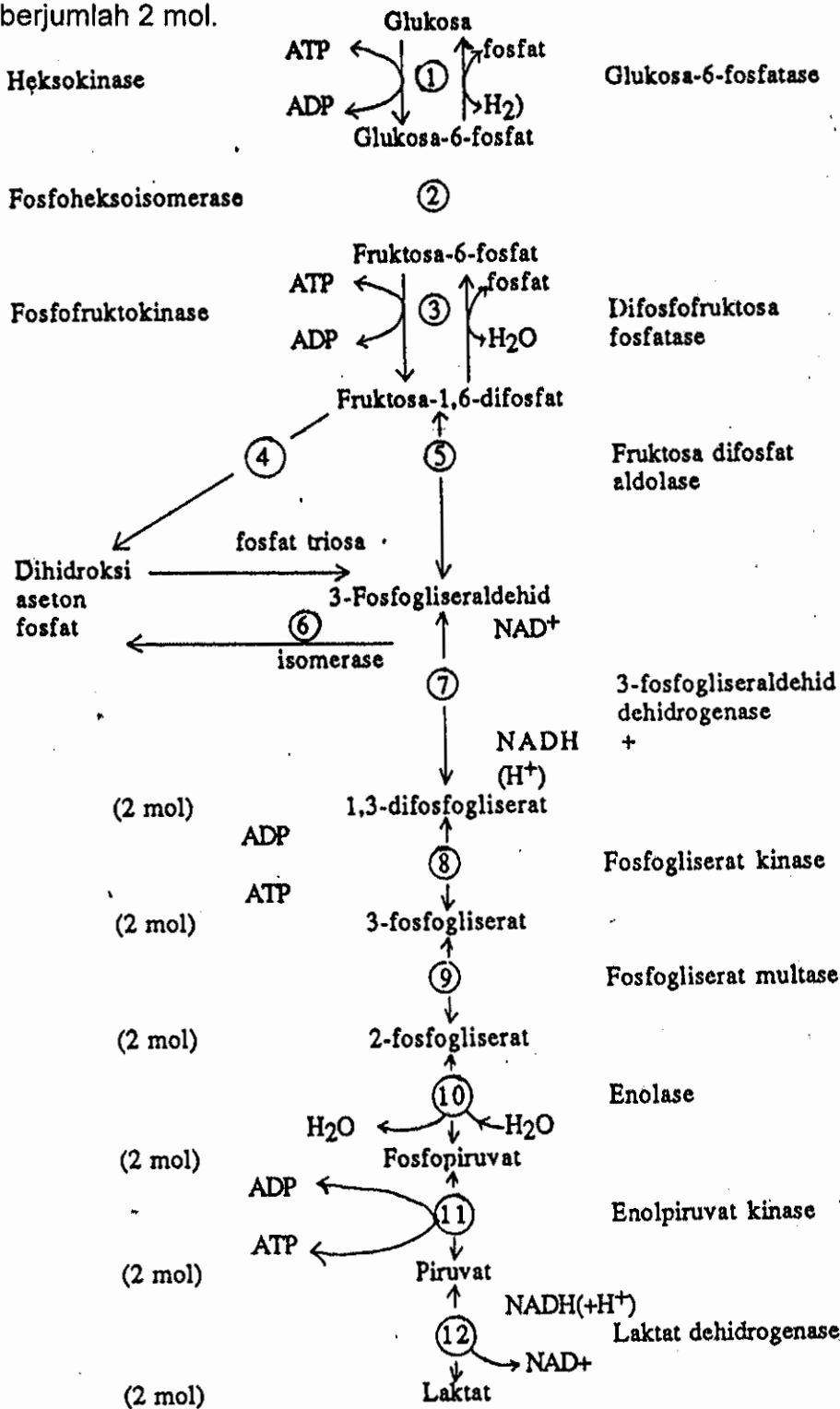
Glikolisis adalah proses pembebasan energi melalui oksidasi unit glukosa yang diawali dengan degradasi glikogen secara enzimatik. Glikolisis anaerobik merupakan konversi glikogen menjadi asam piruvat dan hasil akhirnya asam laktat. Glikolisis anaerobik tergantung pada jumlah glikogen otot sebagai sumber energi pada saat pemotongan karena glikogen merupakan persediaan karbohidrat utama di dalam hati dan serabut otot. Pada kondisi anaerobik energi dapat tersedia dari glikolisis dan konversi piruvat menjadi laktat. Di dalam daging saat terjadi glikolisis anaerobik, siklus TCA terhenti (Soeparno, 1994)



Gambar 1. Diagram alur glikolisis

Melalui proses glikolisis setiap molekul glukosa yang dipisahkan dari glikogen menjadi 2 fragmen 3 karbon, dan mengalami 3 fosforilasi kembali untuk membentuk 3 ATP ($3\text{ADP} \rightarrow 3\text{ATP}$) dan 4 ion hidrogen.

Daur proses glikolisis seperti ditunjukkan pada gambar 2 termasuk macam-macam enzim yang mengkatalisis masing-masing reaksi. Setiap asam yang dihasilkan berjumlah 2 mol.



Gambar 2. Daur glikolisis

SIFAT FISIK DAGING

Sifat fisik daging biasanya berkaitan erat dengan kualitas daging. Sebab kualitas daging dapat diartikan sebagai ukuran sifat-sifat daging yang dikehendaki dan dinilai oleh konsumen. Selain dipengaruhi tujuan penggunaannya kualitas daging juga dipengaruhi oleh faktor antemortem dan postmortem. Faktor antemortem antara lain lokasi anatomis dan fungsi, kedewasaan fisiologis, tekstur dan ukuran serabut, kebasahan dan *firmness*, warna, marbling dan stress. Sedangkan faktor postmortem meliputi laju pendinginan, suspensi karkas, stimulan listrik, pelayuan, pembekuan dan perlakuan fisik atau kimiawi. Adapun sifat-sifat daging yang berpengaruh terhadap kualitas tersebut di atas yaitu Water holding capacity (WHC), warna (*color*), kesan jus (*juiciness*), keempukan (*tenderness*), susut masak (*Cooking loss*), cita rasa (*flavour*), struktur, *firmness* dan tekstur.

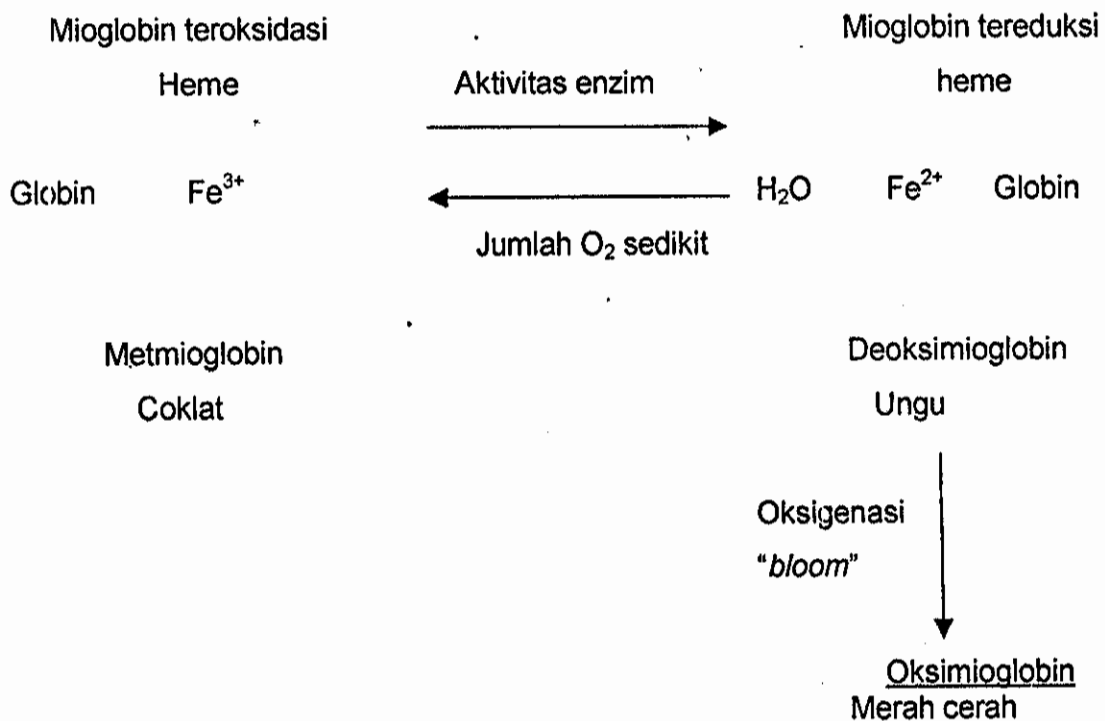
Water Holding capacity (WHC)

WHC dalam bahasa Indonesia sering disebut Daya Ikat Air (DIA) didefinisikan sebagai kemampuan daging untuk menahan air yang terdapat dalam jaringan. Sedangkan *Water Binding Capacity* (WBC) adalah kemampuan daging untuk mengikat air yang ditambahkan pada daging. Besar kecilnya WHC berpengaruh terhadap warna, keempukan, kekenyalan, kesan jus dan tekstur daging.

Salah satu istilah yang terkait dengan WHC adalah drip yaitu kehilangan cairan (eksudasi) dari daging. Drip biasanya terjadi selama pengangkutan, pameran (*display*) dan penyimpanan. Adanya drip menyebabkan kerugian seperti penurunan berat daging, berkurangnya kelezatan dan berkurangnya nilai gizi.

Warna (*color*)

Warna merupakan salah satu indikator kualitas daging meskipun warna tidak mempengaruhi nilai gizi. Warna daging dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor pakan, species, bangsa, umur, jenis kelamin, stress (tingkat aktivitas dan tipe otot), pH dan oksigen. Penentuan warna tergantung dari konsentrasi mioglobin. Warna daging tergantung dari tipe molekul mioglobin, kondisi kimia, fisik serta komponen lain dalam daging. Pengaruh pigmen kromoprotein, hemoglobin, sitokrom, flavin dan vitamin B12 relatif sangat kecil. Kualitas warna tidak mempengaruhi nilai gizi daging, tetapi daging yang berwarna kuning cenderung berkualitas rendah. Lemak marbling tidak mempengaruhi mioglobin dan hemoglobin, tetapi lemak daging segar kadangkala berwarna kuning karena akumulasi pigmen karotenoid di dalam jaringan.



Status kimia molekul mioglobin antara lain adalah mioglobin reduksi ungu, oksimioglobin (oksigenasi), merah terang (daging segar) dan metmioglobin bila teroksidasi akan menjadi coklat. Pigmen utama daging masak adalah globin

hemikromogen (coklat). Mioglobin mengalami denaturasi pada suhu 80 –85 °C (Soeparno, 1994). Ekses nitrit menyebabkan warna merah krimson metmioglobin nitrit, tetapi ekses nitrit yang ekstrim akan menyebabkan daging berwarna hijau nitrilhemin. Daging warna merah gelap misalnya DCB (*dark cutting beef*) adalah karena perubahan mioglobin. DCB mempunyai pH, dan DIA tinggi, lekat dan kering serta oksimioglobin menjadi rendah. "Bloom " (merah terang) terjadi karena mioglobin berubah menjadi oksimioglobin.

Susut Masak (*Cooking loss*)

Susut masak menggambarkan jus daging yang merupakan fungsi temperatur dan lama waktu pemasakan/pemanasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain nilai pH, panjang sarkomer serabut otot, panjang potongan serabut otot, status kontraksi miofibril, ukuran dan berat sampel, penampang melintang daging, pemanasan, bangsa terkait dengan lemak daging, umur, dan konsumsi energi dalam pakan. Susut masak berkisar antara 1,5 – 54,5%.

Kesan Jus (*Juiciness*)

Kesan jus dapat diartikan sebagai kesan basah saat awal pengunyahan oleh adanya pengeluaran cairan. Jus daging memegang peranan penting terhadap keseluruhan kesan palatabilitas. Jus daging berfungsi dalam menentukan kelembatan daging karena mengandung komponen cita rasa dan membantu proses fragmentasi serta pelunakan daging selama pengunyahan. Sumber utama kesan jus antara lain lemak intramuskular (*marbling*) dan air. *Marbling* daging meningkatkan *juiciness* secara tidak langsung. Selama pemasakan lemak meleleh dan mengalami translokasi di sepanjang jaringan ikat perimisial. Distribusi lemak yang uniform ke seluruh daging dapat bertindak sebagai penghalang cairan yang hilang selama pemasakan, sehingga daging yang banyak mengandung *marbling* akan kurang mengkerut selama pemasakan dan daging tetap lebih banyak mengandung jus.

Variasi jus daging dipengaruhi oleh spesies, irisan daging, umur, marbling, keempukan dan daya ikat air. Namun demikian kontributor sensasi *juiciness* yang terbesar adalah air yang tertinggal di dalam produk masak. Kandungan air daging bebas lemak secara relatif adalah uniform, sehingga perbedaan *juiciness* terutama berhubungan dengan kemampuan otot menahan air selama pemasakan. Pelayuan karkas meningkatkan *water holding capacity*, sehingga daging layu lebih banyak mengandung jus daripada daging yang tidak dilayukan.

Keempukan

Keempukan merupakan faktor penting penentu kualitas daging. Persepsi keempukan selama mastikasi terkait dengan aspek - aspek : (1) kelumatan terhadap lidah dan pipi yang sangat bervariasi, (2) ketahanan terhadap tekanan gigi yang berhubungan dengan daya yang dibutuhkan untuk menusukkan gigi ke dalam daging, (3) kemudahan fragmentasi yaitu ekspresi kemampuan gigi memotong serabut-serabut otot, dan (4) jumlah residu setelah pengunyahan yang dapat dideteksi sebagai jaringan ikat yang tertinggal setelah hampir seluruh sampel terkunyah yang berasal dari perimisial atau epimisial.

Adapun tiga komponen utama daging yang berperan terhadap keempukan atau kealotan, yaitu jaringan ikat, serabut-serabut otot dan jaringan adipose. Faktor -faktor yang mempengaruhi keempukan antara lain : spesies, umur, lokasi daging, marbling, perlakuan sebelum pemotongan (antemortem) dan pemberian bahan pengempuk.

Berbagai cara metode pengempukan yaitu pelayuan, pemberian asam, perlakuan mekanis dan penggunaan enzim nabati seperti papain dan bromelin. Akibat peregangannya maka keempukan meningkat. Pelayuan juga mempengaruhi keempukan. Pemasakan meningkatkan keempukan, tetapi juga menurunkan keempukan, tergantung dari waktu dan temperatur. Lama pemasakan berpengaruh terhadap kolagen, temperatur mempengaruhi miofibrilar, bila temperatur lebih tinggi dari 60 – 80°C maka koagulasi/denaturasi protein miofibrilar akan mengakibatkan pengeringan dan terjadi peningkatan kealotan.

Bila temperatur di atas 65 - 80°C akan terjadi konversi kolagen menjadi gelatin yang dapat meningkatkan keempukan daging. pH berpengaruh terhadap keempukan, pH yang tinggi akan mengakibatkan keempukan meningkat dan jus meningkat pula. Untuk pH 5,4 - 6,0 akan terjadi status kontraksi yang mempengaruhi keempukan. Bahan pengempuk daging dapat meningkatkan keempukan.

Tekstur

Terkait dengan ikatan serabut otot (faskuli) yang terbungkus perimisium kasar dan lembut. Ukuran tekstur ditentukan oleh jumlah serabut otot, ukuran dan jumlah perimisium pembungkus. Hal-hal tersebut dipengaruhi oleh umur dan bangsa ternak.

pH

pH awal diukur pada awal pengukuran setelah pemotongan sampai 45 menit sesudah pemotongan. pH akhir (ultimat) kira-kira 24 jam setelah pemotongan. pH normal daging 5,4 - 5,8. Faktor-faktor yang mempengaruhi stress sebelum pemotongan antara lain injeksi hormon/obat-obatan, spesies, individu ternak dan macam otot, stimulasi listrik, aktivitas enzim dan terjadinya glikolisis.

Flavor dan aroma

Flavor dan aroma daging menstimulasi aliran saliva dan jus alat pencernaan, sehingga flavor dan aroma merupakan respon psikologis dan fisiologis pada saat makan daging. Secara fisiologis persepsi flavor melibatkan empat (4) basis sensasi yaitu asin, manis, asam, dan pahit oleh ujung-ujung syaraf pada permukaan lidah. Aroma dideteksi bila sejumlah material volatil menstimulasi ujung-ujung syaraf hidung. Total sensasi adalah rangsangan kombinasi rasa (*gustatory*) dan bau (*olfactory*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi flavor, aroma dan cita rasa antara lain species, bangsa, pakan, jenis kelamin, umur, lemak, lama dan kondisi

penyimpanan dan kondisi pemasakan terutama jenis, lama dan suhu pemasakan. Komponen flavor berasal dari konstituen otot, jaringan ikat dan adipose. Inosine monophosphate (IMP) dan hiposantin merupakan produk pemecahan ATP yang berperan meningkatkan flavor. Konstituen - konstituen daging yang paling bertanggung jawab terhadap flavor daging adalah komponen jaringan otot yang larut dalam air. Flavor dan aroma spesies diperkirakan berasal dari material di dalam lemak, sebagian besar menguap jika dipanaskan.

SIFAT MIKROBIOLOGI DAGING

Mikroorganisme dalam daging dapat berupa bakteri, khamir dan kapang. Aktivitas mikrobial dalam daging dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik dan faktor instrinsik. Faktor ekstrinsik meliputi temperatur, kelembaban relatif, oksigen dan kondisi fisik daging. Sedangkan faktor instrinsik meliputi nutrisi, air, pH, potensi oksidasi-reduksi, kebutuhan nutrisi, substansi penghambat, jaringan pelindung.

Temperatur sangat menentukan laju pertumbuhan dan jumlah mikroorganisme pada daging. Berdasarkan temperatur maksimum dan optimum untuk pertumbuhan, mikroorganisme dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu mesophiles (optimum tumbuh pada temperatur 20°C sampai 45°C), psychrophiles (optimum tumbuh pada temperatur di bawah 20°C) dan thermophiles (optimum tumbuh pada temperatur di atas 45°C). Sebagian besar mikroorganisme bersifat *mesophilic*, temperatur minimum pertumbuhan bakteri mesophilic 10°C. Pembatasan pertumbuhan bakteri *mesophilic* tersebut disebabkan oleh adanya hambatan sistem enzim esensial. Temperatur 5°C dianggap sebagai temperatur kritis selama penanganan dan penyimpanan daging, sebab pada temperatur dibawah 5°C cenderung menghambat dan menekan pertumbuhan mikroorganisme perusak, pembusuk dan hampir semua mikroorganisme patogen.

Biasanya makin tinggi temperatur penyimpanan, kelembaban relatif makin rendah. Pada temperatur refrigerasi -1°C sampai 3°C, sebaiknya kelembaban relatif antara 88%- 92%. Jika kelembaban relatif terlalu tinggi, cairan akan berkondensasi pada permukaan daging menjadi basah dan sangat kondusif

untuk pertumbuhan mikroorganisme dan kerusakan mikrobial. Jika kelembaban relatif terlalu rendah, cairan permukaan daging akan banyak yang menguap (dehidrasi) sehingga pertumbuhan mikrobia terhambat tetapi permukaan daging menjadi gelap sehingga nilai ekonomis daging berkurang karena pengkerutan dan warna yang tidak menarik.

Semua jamur yang tumbuh pada daging bersifat aerobik, demikian pula halnya dengan ragi. Sebaliknya bakteri dapat tumbuh pada daging dalam kondisi aerobik, anaerobik atau fakultatif anaerobik. Jadi mikroorganisme yang tumbuh di permukaan daging adalah mikroorganisme aerobik dan fakultatif anaerobik, sedangkan bagian dalam daging dapat mengandung bakteri anaerobik dan fakultatif anaerobik.

Aktivitas mikroorganisme juga dipengaruhi oleh kondisi fisik daging, misalnya besar kecilnya karkas, potongan karkas atau daging, bentuk cacahan daging, daging giling dan perlakuan processing. Penggilingan karkas atau daging akan memperbesar kontaminasi dan pertumbuhan mikroorganisme karena area permukaan menjadi lebih besar, nutrisi dan air menjadi lebih siap tersedia, penetrasi dan pemanfaatan oksigen menjadi lebih besar, proses penggilingan membutuhkan tambahan waktu, kontak dengan alat processing sebagai sumber kontaminasi dan distribusi mikroorganisme menjadi lebih merata di seluruh bagian daging selama proses penggilingan..

Di samping air dan oksigen, sebagian besar mikroorganisme membutuhkan nutrisi nitrogen, energi, mineral dan vitamin B untuk pertumbuhannya. Sumber energi mikroorganisme daging adalah protein sehingga sebagian besar mikroorganisme bersifat proteolitik dan sebagian kecil menggunakan lemak sebagai sumber energi.

Kadar air yang tersedia di dalam daging sangat menentukan tingkat pertumbuhan mikroorganisme. Kebutuhan terhadap air dinyatakan sebagai water activity (a_w). Daging segar biasanya mempunyai a_w 0,99 atau lebih tinggi. Bakteri membutuhkan a_w yang lebih tinggi dibandingkan jamur dan ragi. A_w minimum untuk tumbuh *Salmonella* adalah 0,94, *Staphylococcus* mendekati 0,86 dan jamur 0,62. Jamur dan ragi tumbuh baik pada a_w kira-kira 0,80.

Pada kondisi normal, daging mempunyai pH ultimat 5,3 - 5,7 yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan sebagian besar bakteri. Sebagian besar bakteri tumbuh optimal pada pH kira-kira 7,0. Jamur dapat tumbuh pada pH antara 2,0 - 8,0. Ragi tumbuh dengan baik pada pH antara 4,0 - 4,5. Jadi pada pH normal daging 5,4 - 5,6, kondisi daging akan menguntungkan bagi pertumbuhan jamur, ragi dan bakteri *acidophilic*, sedangkan pada pH 5,2 atau lebih rendah pertumbuhan mikrobia berkurang, dan pada pH ultimat daging lebih tinggi pertumbuhan mikrobia meningkat. Bakteri asam laktat tumbuh dengan baik pada pH antara 5,5 - 6,0.

Untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal sejumlah mikroorganisme membutuhkan kondisi oksidasi dan sejumlah mikroorganisme yang lain butuh kondisi reduksi. Pada kondisi potensi oksidasi-reduksi daging tinggi (aktivitas oksidasi) cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme aerobik, tetapi toksik bagi mikroorganisme anaerobik. Sebaliknya pada kondisi potensi oksidasi-reduksi daging rendah (aktivitas reduksi) cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme anaerobik. Pencacahan dan penggilingan daging meningkatkan potensi oksidasi-reduksi.

Substansi atau agensia tertentu yang menghambat aktivitas dan pertumbuhan bakteri disebut bakterostatik, sedangkan agensia yang bersifat merusak dan membunuh bakteri disebut bakterisida. Secara alami daging tidak mengandung kedua agensia tersebut.

Lemak karkas dan kulit pada karkas unggas dan karkas babi dapat melindungi daging dari kontaminasi mikroorganisme. Lemak permukaan mengurangi jumlah awal mikroorganisme.

PENGUJIAN KUALITAS DAGING

Parameter spesifik kualitas daging meliputi warna, daya ikat air oleh protein daging (WHC), pH, susut masak, keempukan, Flavor dan aroma.

Untuk pengujian kualitas daging, otot yang dipilih harus cukup besar dengan arah serabut yang jelas. Untuk temak ruminasia besar seperti sapi dan kerbau biasanya digunakan otot *Semitendinosus* (ST), *Biceps femoris* (BF),

Semimembranosus (SM), Vastus lateralis (VL), Gluteus medius (GM), Longissimus Dorsi (LD), Psoas major (PM), Pectoralis Profus atau dipectoral (DP) dan tricep brachii (TB). Untuk domba dan kambing biasanya otot LD, BF, ST, SM, GM, dan kadang-kadang PM, sedangkan untuk unggas otot pectoralis dan kadang-kadang BF.

Warna

Warna daging dapat diukur dengan notasi atau dimensi warna tristimulus (Kefford, 1963). Ketiga notasi warna didefinisikan sebagai hue : warna utama (misalnya merah, biru dan hijau), nilai = terang atau gelap, dan kroma = jumlah atau intensitas warna (bila hue bercampur dengan putih). Setiap warna dapat dibentuk dari campuran antara ketiga warna utama dan jumlah yang dibutuhkan untuk meambeantuk suatu warna disebut nilai stimulus. Suatu sistem yang direkomendasikan International Commision on Illumination (CIE) tentang pengukuran warna daging pada prinsipnya adalah penambahan atau pengurangan masing-masing hue untuk mendapatkan suatu warna.

Daya Ikat air (WHC)

- a. Metode Hamm (1972) yang disitasi oleh Soeparno (1998) Caranya yaitu dengan mengepres 0,3 gram sampel daging dengan alat pengepres daging berkekuatan 200 newton per cm² pada suatu kertas saring selama 1 menit. Area yang tertutup sampel daging yang telah pipih dan luas area basah di sekelilingnya pada kertas saring beserta sampel daging ditandai dan setelah pengepresan selesai dapat diukur (digambarkan pada kertas grafik). Area basah diperoleh dengan mengurangkan area yang tertutup daging dari area total yang meliputi area basah pada kertas saring. Kandungan air daging dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Mg H}_2\text{O} = \frac{\text{Area basah (cm}^2\text{)}}{0,0948} - 8,0$$

Persentase daya ikat air adalah sebagai berikut :

Total air dalam daging sebesar 0,3 gram = 0,3 X Kadar air daging (%)

$$\text{Air bebas (\%)} = \frac{\text{Mg H}_2\text{O}}{\text{Berat air dalam daging}} \times 100 \%$$

$$\text{DIA (\%)} = 100\% - \text{air bebas (\%)}$$

b. Metode Sentrifugasi

$$\text{DIA} = \frac{(\text{KA} - \text{TJH})}{\text{KA} - (\text{TJ}/\text{KA})}$$

Apabila tanpa drip atau susut masak maka

$$\text{DIA} = 1 - (\text{KJ}/\text{KA}) \text{ atau}$$

$$\text{DIA} = \frac{100 \text{ berat residu sentrifus}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Catatan : KA = Kadar air total

TJH = total jus hilang

KJ = Kenyataan jus : berat yang hilang setelah sentrifugasi (persentase berat awal sampel daging)

Pengujian pH Daging

Sampel dihancurkan dengan blender lalu ditimbang dan diencerkan dengan aquades netral (pH : 7,0) , misalnya 25 gram sampel : 25 ml aquades netral (1 : 1) kemudian diukur pHnya dengan menggunakan pHmeter.

Susut masak

Prosedur pengujian susut masak dapat dilakukan sesuai petunjuk Soeparno (1998) caranya Sampel dibungkus dengan kantung plastik kemudian perangas air suhu 70°C dan direbus selama 30 menit setelah perebusan selesai sampel dikeluarkan dan didinginkan menggunakan air dingin mengalir. Setelah sampel dikeluarkan dari dalam plastik dan sisa air yang menempel di permukaan daging dikeringkan dengan menggunakan kertas hisap tanpa dilakukan penekanan. Selanjutnya sampel ditimbang.

$$\% \text{ susut masak} = \frac{\text{Berat sebelum dimasak} - \text{berat setelah masak}}{\text{berat setelah dimasak}} \times 100$$

Keempukan

a. Metode Warner-Brazler "shear Force"

- Sumber arus listrik yang digunakan bertegangan 110 volt
- Jarum penunjuk distel pada posisi nol
- Dongkrak dinaikkan kemudian dikunci
- Pisau pemotong dan penjepit dibersihkan dengan kapas
- Contoh daging dipasang di tengah pisau pemotong
- Tombol dihidupkan, motor penggerak bekerja dan dongkrak bergerak turun sehingga contoh daging terpotong
- Tombol segera dimatikan setelah dongkrak berhenti
- Angka pengukuran dibaca melalui jarum penunjuk yang berhenti pada angka tertentu.

Nilai daya putus daging menurut Warner-Brazler menunjukkan tingkat keempukan daging dan digunakan sebagai indeks tingkat kealotan serat daging (miofibrilar). Nilai indeks semakin tinggi, keempukan semakin rendah dan daging semakin alot.

b. Uji keempukan dengan menggunakan universal testing instrumen merk Lloyd metode Bourne (1976) dengan modifikasi. Pengujian dilakukan menggunakan alat universal testing instrumen yang dihubungkan dengan komputer. Sampel daging berukuran $5 \times 5 \times 5 \text{ mm}^3$ dimasukkan diantara landasan dan penekan dengan posisi penekan menyentuh sampel. Kemudian sampel diberi tekanan selama beberapa detik hingga pecah. Nilai keempukan dapat diketahui melalui grafik yang terekam selama penekanan sampel. Tinggi puncak pertama pada grafik yang terbentuk menunjukkan nilai kekerasan daging. Semakin tinggi puncak kurva menunjukkan daging semakin keras. Sebaliknya semakin rendah (landai) tinggi puncak kurva menunjukkan daging semakin empuk.

UJI KEBUSUKAN DAGING

a. Reaksi EBER untuk NH_3 .

- Prinsip : Pembedusan menghasilkan NH_3 .
 NH_3 yang terbentuk dalam sepotong daging pada permulaan pembedusan dibuktikan dengan reagen EBER.
- Tujuan : Dapat mengetahui dan mendeteksi tingkat kebusukan awal daging secara laboratoris.
- Peralatan : - Tabung reaksi
 - Penyumbat tabung uji yang ada kawat untuk penggantung.
- Bahan : - Reagen EBER terdiri dari HCl : alkohol : ETER = 1 : 3 : 1
 - Daging yang telah dipotong-potong.
- Percobaan : $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
 Berupa awan tipis kemudian mengembun cepat.

Prosedur percobaan :

1. Tabung uji disiapkan, bila percobaan dilakukan duplo maka jumlah tabung uji disesuaikan. Kemudian tuangkan reagen EBER sebanyak 5 ml ke dalam tabung uji.
2. Sebelumnya, sepotong daging pada ujung kawat yang dikaitkan pada tutup/penyumbat tabung sehingga dapat tergantung diatas permukaan reagen.
3. Sumbatkan pada tabung uji yang telah berisi reagen EBER yang telah dipasang potongan daging yang akan diuji.
4. Amati perubahan yang terjadi pada permukaan tabung.

Catatan : Perubahan terjadi sangat cepat sehingga harus diperhatikan benar-benar dan teliti. Bila hasil negatif percobaan diulangi dan bila positif berarti ada pembusukan. Untuk setiap percobaan harus membuat reagen baru.

b. Uji H₂S Pada Kebusukan Daging

- Prinsip : Gas H₂S yang terbebaskan dari daging dapat dibuktikan dengan Pb asetat dengan membentuk Pb Sulfida.
- Tujuan : Dapat mengetahui/mendeteksi kebusukan daging tingkat awal dengan terbentuknya Pb Sulfida.
- Peralatan : - Cawan petri yang bergaris tengah 10 cm.
- Kertas saring.
- Pisau.
- Bahan : - Daging yang dicincang.
- Pb Asetat 10 %
- Percobaan : $H_2S + Pb \text{ Asetat} \rightarrow Pb \text{ sulfat} + H_2 \text{ asetat}$
Bercak coklat pada kertas saring.

Prosedur percobaan :

1. Daging dipotong-potong kecil dan dimasukkan ke dalam cawan petri.
2. Kemudian cawan petri ditutup dengan kertas saring.
3. Kemudian kertas saring ditetesi larutan Pb asetat ditengah-tengah kertas saring.
4. Cawan petri kemudian ditutup dengan tutupnya, sehingga kertas saring terletak diantara daging dan tutup.
5. Bila H_2S bebas akan terikat dengan Pb asetat membentuk Pb Sulfat sebagai bercak-bercak hitam/coklat pada kertas. Penilaian pada uji dilakukan setelah 30 menit.

Catatan : Bila terlihat adanya bercak pada kertas saring, jelas terdapat pembusukan pada daging yang diperiksa. Namun bila tidak terdapat bercak warna, belum berarti tidak terdapat pembusukan. Hal ini karena metode pengujian ini kurang peka.

PENGETAHUAN DASAR SUSU

Terminologi Susu

Ada beberapa istilah susu, yaitu :

- Hasil sekresi kelenjar susu sapi (*mammary gland*) atau ambing mamalia yang sedang laktasi dan dilakukan dengan sempurna, dan tidak ditambahi ataupun dikurangi bahan lain.
- Bahan pangan yang tersusun oleh zat-zat makanan dengan proporsi yang seimbang, dan mengandung sumber-sumber makanan yang penting.
- Emulsi lemak didalam larutan air yang terdiri dari gula dan garam-garam mineral dengan protein dalam bentuk koloid.

Komposisi susu

Komposisi susu sangat beragam, karena banyak dipengaruhi oleh : jenis ternak, waktu pemerahan, urutan pemerahan, musim, umur ternak, penyakit, pakan, dan faktor yang lain.

Susu tersusun dari berbagai nutrien, baik yang larut dalam air dan terdispersi dalam bentuk koloid, yaitu kompleks dari emulsi lemak dan dispersi protein dan bersama-sama membentuk larutan dengan gula susu (laktosa) dicalamnya juga mineral (sebagian Ca & P), vitamin, enzim, dan beberapa senyawa organik.

Susu terbagi menjadi 2 bagian besar yaitu 87,25 % air dan 12,7 % zat padat. Zat padat ini terbagi menjadi 3,80% lemak, 3,5 % protein, 4,8% laktosa, 0,65 % mineral.

Susu setelah hari pertama hingga kelima disebut dengan **kolustrum**. Komposisi susu kolustrum berbeda dengan komposisi susu normal. Pada susu kolustrum kandungan globulin lebih tinggi dari susu normal yaitu dapat mencapai 12 hingga 13 %, sehingga komposisi susu kolustrum adalah air 71,69%, lemak 3,37 %, kasein 4,83%; albumin dan globulin 15,85%; laktosa 2,48%; abu 1,78%; dan total solid 28,31%.

Tabel 3. Hubungan Kandungan Kimia Susu Kolustrum dengan waktu Pemerahan

Pemerahan	Kasein	Globulin	lemak	laktosa	abu	Total solid
Jam Ke-1	5,00	11,07	6,55	2,90	1,32	26,74
Jam ke-6	3,50	6,60	7,82	3,29	0,97	26,18
Jam ke-12	3,12	2,86	4,10	3,88	0,88	14,84
Jam ke-18	3,00	2,14	4,00	3,75	0,85	13,74
Jam ke-24	2,61	1,91	3,64	3,82	0,85	12,83
Jam ke-36	2,86	1,32	3,58	3,86	0,84	12,10
Jam ke-72	2,77	1,10	3,52	4,41	0,84	12,64
Hari ke-5	2,74	1,00	3,55	4,48	0,83	12,41
Hari ke-10	2,62	0,68	3,57	4,92	0,82	12,61

(sumber : Lampert, L.M., 1975)

Faktor-faktor yang mempengaruhi komponen susu

Variasi komponen susu disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

a. Keturunan

1. Jenis sapi

Jenis sapi yang utama sebagai penghasil susu terbaik didunia adalah: Jersey, Holstein, Ayrshire dan Guernsey.

2. Variasi dalam satu jenis atau variasi individu

Komposisi ini sebagian karena perbedaan faktor keturunan dan lingkungan. Faktor keturunan mempengaruhi kapasitas potensial untuk menghasilkan susu dengan komposisi tertentu, sedangkan lingkungan mempengaruhi potensi tersebut dalam menghasilkan kapasitas aktual.

a. Faktor pakan.

Jumlah pakan yang diberikan akan mempengaruhi terhadap jumlah produksinya. Tetapi bila batas maksimal oleh faktor keturunan telah tercapai tidak akan terpengaruh oleh suplai pakan walaupun diberikan secara berlebih. Komposisi pakan

juga mempengaruhi, misalnya kadar lemak dalam susu dipengaruhi kadar "roughage"

b. Pengaruh iklim

Kadar lemak dan protein sangat dipengaruhi oleh iklim, pada musim dingin kadar lemak lebih tinggi dari musim-musim lain.

3. Pengaruh suhu

Antara suhu 30 – 70 °C komposisi susu tidak terpengaruh oleh tinggi rendahnya suhu, tetapi pada suhu ekstrim akan mempengaruhi terhadap komposisi susu.

4. Waktu laktasi

Susu yang dihasilkan 4-5 hari pertama pada waktu laktasi disebut "kolustrum", kandungan garam (NaCl) yang tinggi memberikan rasa asin yang berlebih, sedangkan memasuki hari keenam dan seterusnya kadar lemak naik demikian juga kadar proteinnya, sedangkan kadar laktosanya makin berkurang.

5. Prosedur pemerahan.

Pemerahan yang tidak sempurna akan menyebabkan penurunan kadar lemak dari pemerahan berikutnya, hal ini juga dipengaruhi oleh interval antara dua pemerahan. Interval yang lebih lama akan mempengaruhi kadar lemak pada pemerahan berikutnya.

6. Pengaruh umur.

Semakin tua umurnya akan menghasilkan kadar lemak yang semakin kecil tetapi pengaruh ini sangat kecil $\pm 0,2\%$.

Komponen susu

a. Air.

Air merupakan komponen kimiawi terbesar susu (sekitar 84%-89 %) yang berfungsi untuk mendispersikan bahan padat dalam susu dan hal ini berpengaruh terhadap konsistensi bahan. Air juga berfungsi untuk medium pelarut konstituen-konstituen susu yang lain.

b. Lemak susu

Lemak susu mengandung lebih banyak jumlah asam lemak-asam lemak yang berbeda dari bahan makanan yang lain, seperti : asam butirat, asam kaproat, asam kaprat, asam miristat, asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam deoksistearat, dsb. Jumlah asam lemak tersebut kurang lebih 52 asam lemak yang telah diidentifikasi. Lemak susu mempunyai titik cair temperatur 29-36°C dengan bentuk jutaan bola kecil dengan diameter 3 μ , dan dalam 1 millimeter susu terdapat 1000×10^6 butiran lemak.

Senyawa-senyawa lain selain asam lemak yang terdapat dalam lemak susu antara lain : fosfolipid, sterol, tokoferol (vitamin E), karotenoid, vitamin A dan vitamin D.

Kerusakan yang sering terjadi pada lemak susu menyebabkan flavor yang menyimpang dalam produk susu, seperti ketengikan yang disebabkan proses hidrolisis dari gliserida yang disebabkan degradasi asam lemak tak jenuh.

Lemak dalam susu terdapat sebagai emulsi minyak dalam air. Bagian lemak dapat terpisah dengan mudah karena berat jenis yang kecil, karena mempunyai luas permukaan yang sangat besar sehingga reaksi kimia mudah terjadi dipermukaan antara lemak dengan mediumnya. Sifat butiran lemak akan mempertahankan keutuhannya karena tegangan permukaan yang disebabkan oleh ukuran yang kecil dan adanya suatu lapisan tipis yang membungkus butiran tersebut dan menahan untuk bergabung pada butiran yang lebih besar. Secara kuantitatif lemak tersusun 98% – 99 % trigliserida yang terdapat dalam globula lemak 0,2-1 % phospolipida yang terdapat dalam membran material dan serum, dan sterol yang kadarnya 0,25-0,4%.

c. Protein susu

Protein susu yang terpenting adalah kasein, laktalbumin, dan laktoglobulin. Total protein susu berkisar 2,08% – 4%. Ini terbagi menjadi dua protein utama, yaitu kasein kurang lebih 80% dan laktalbumin 18%,

selebihnya adalah laktoglobulin sekitar 0,05-0,07%, fibrin dan protein yang larut dalam alkohol. Berdasarkan pengendapannya protein susu dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu yang mengendap oleh asam (pH 4-6), dan enzim rennin, ini merupakan kasein susu, kurang lebih 80 %, dan protein whey yang mengalami denaturasi oleh panas pada suhu 65°C sebesar 20%. Penggumpalan protein atau terjadi koagulasi digunakan sebagai dasar pengolahan susu untuk pembuatan keju dan tahu susu. Penggumpalan protein pada pembuatan keju dengan menggunakan rennin sebagai enzim protease. Pembuatan tahu susu menggunakan enzim protease untuk penggumpalan protein, dengan menggunakan enzim bromelin dari sari buah nanas atau dengan enzim papain dari buah pepaya. Gumpalan protein tersebut dinamakan "curd".

Whey adalah cairan yang diperoleh dari susu yang telah dipisahkan dari lemak dan kasein. Protein dalam whey sekitar 0,5 sampai 0,7% adalah laktalbumin dan kandungan protein yang lain adalah laktoglobulin.

Kasein. Kasein murni berwarna kuning keputih-putihan, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa. Dalam susu kasein memberikan warna putih yang berbentuk dalam keadaan koloidal, tidak larut dan terikat berupa kalsium kaseinat. Bobot jenis antara 1,25 –1,31 dan mempunyai bobot molekul antara 12.800 – 375.000. Kasein bersifat amfoter, mempunyai titik isoelektrik pada pH 4,7. Jumlah kasein kurang lebih 3%. Kasein ini ada tiga macam yaitu α -kasein, β -kasein dan γ - kasein. Titik isoelektriknya masing-masing berurutan pada pH 4,7; pH 4,9; dan pH 5,8. Pengendapan dengan enzim rennet hanya dapat mengendapkan α -kasein dan β -kasein, sedangkan γ - kasein dapat diendapkan dengan asam.

Kasein selain dapat digunakan sebagai bahan pangan, juga banyak dimanfaatkan untuk pembuatan plastik , sebagai lem kayu dan untuk pewarna tekstil.

Laktalbumin. Pada pemanasan lebih dari 70°C akan menggumpal. Enzim rennin tidak dapat menggumpalkan dan laktalbumin akan mengendap pada pH 4,5.

Laktoglobulin. Jumlahnya dalam protein susu sangat kecil sekitar 0,1%. Jenis protein ini larut dalam alkohol. Penambahan rennin dan asam tidak berpengaruh, tetapi dengan suhu yang tinggi menyebabkan pengendapan laktoglobulin.

d. Laktosa susu

Laktosa susu adalah karbohidrat utama yang terdapat didalam susu, berbentuk disakarida yang terdiri dari glukosa dan galaktosa. Kelarutan laktosa sekitar 20% pada suhu kamar. Laktosa mudah larut dalam air dan dapat terhidrolisa oleh asam dan enzim laktase. Laktosa merupakan gula reduksi dan didalam susu terdapat dalam dua bentuk yaitu α -laktosa hidrat dan β -laktosa hidrat. Pada pemanasan yang tinggi ($100 - 130^{\circ}\text{C}$) akan membentuk karamel yang warnanya coklat. Keunggulan laktosa ini mempunyai kadar kemanisan yang rendah, sehingga dalam pengolahan berbagai macam makanan laktosa digunakan untuk menaikkan viskositas atau tekanan osmosa suatu bahan dalam usaha untuk memperbaiki tekstur dengan tanpa menyebabkan makanan terlalu manis.

e. Mineral susu

Kandungan mineral susu relatif konstan, dan sedikit dipengaruhi oleh pakan. Mineral utama yang terkandung dalam susu antara lain : K, Ca, Cl, P, Na, Mg, dan S, juga terdapat mineral dalam jumlah kecil Zn, Fe, Cu, I, Br, Bo, Ni, Mn, dan Co.

Tabel 4. Rata-rata Kandungan Mineral Susu

Elemen	% dalam susu
Potasium	0,140
Kalsium	0,125
Klorin	0,103
Fosfor	0,096
Sodium	0,056
Magnesium	0,012
Sulfur	0,025

Sumber : Soeparno, 1992.

Dalam susu unsur kalsium, natrium berada dalam larutan, sebagian kalsium dan fosfor membentuk ikatan kompleks dengan protein dan bersama-sama dengan magnesium sebagian tersuspensi dan sebagian lagi dalam larutan, sedangkan belerang terdapat dalam asam amino sistin, methionin, kasein dan albumin.

f. Vitamin susu

Susu mengandung vitamin A, Vitamin B₁ (Thiamin), vitamin B₂ (riboflavin), Vitamin B₆ (piridoksin), vitamin D, Vitamin E (α -tokoferol), dan Vitamin K, asam askorbat, asam pantotenat. Ada beberapa vitamin yang memberikan warna susu seperti riboflavin memberikan warna susu kuning kehijauan, sedangkan karoten akan memberikan warna lemak susu menjadi agak kuning.

g. Enzim

Enzim adalah katalisator biologik yang dapat mempercepat reaksi-reaksi kimia. Enzim yang terkandung didalam susu antara lain lipase, pospatase, peroksidase, katalase, galaktase, dehidrognase, dan laktase. Pada prinsipnya didalam susu terdapat dua jenis enzim yang paling penting, yaitu fosfatase dan peroksidase, dan enzim-enzim yang menyebabkan kerusakan seperti lipase. Lipase ini akan membebaskan

asam-asam lemak yang terikat pada trigliserida, sehingga oksidasi lebih cepat (asam lemak tidak jenuh, misalnya asam butirat). Enzim lipase ini tidak aktif pada suhu 40°C dan akan rusak pada suhu 50°C. Enzim lain yang merupakan problem adalah enzim phopatase dan katalase. Phospatase akan menghidrolisa ester-ester phosphat, dan akan rusak ketika mengalami pasteurisasi. Enzim katalase dapat membebaskan atom-atom oksigen dari senyawa-senyawa peroksida seperti hidrtogen peroksida. Enzim ini akan non aktif pada pemanasan suhu 65,5 – 71°C selama 20 menit.

Tabel 5. Jumlah Kandungan Vitamin Didalam susu (Hadiwiyoto, 1994)

Jenis Vitamin	Jumlah dalam susu
Vit. A termasuk karoten	1000 IU
Vit. D	15 IU
Vit. E	0,6 mg/l susu
Tiamin	0,41 mg/l susu
Riboflavin	1,72 mg/l susu
Piridoksin 0,67 mg/l susu	0,67 mg/l susu
As. Pantotenat	3,30 mg/l susu
Amino benzoate	0,15 mg/l susu
Niasin	0,82 mg/l susu
Kolin	185,0 mg/l susu
Biotin	28,0 mg/l susu
Inositol	0,18 mg/l susu
Asam folat	50,0 mg/l susu
Vitamin C	15,22 mg/l susu

Sifat-sifat Fisik dan Kimia Susu

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat fisik susu segar adalah komposisinya. Perubahan yang terjadi pada komponen-komponennya serta faktor kerusakan karena pengolahan ataupun pada saat penanganan akan mempengaruhi sifat-sifat fisiknya.

a. Warna

Susu mempunyai warna putih kebiru-biruan sampai kuning kecoklatan, warna putih ini timbul akibat penyebaran butiran koloida lemak, kalsium kaseinat, sedangkan warna kuning karena karoten dan riboflavin. Jenis atau bangsa sapi dan jenis pakan dapat mempengaruhi warna susu.

b. Bau dan rasa

Susu yang baik berbau khas susu segar, sedikit berbau sapi. Hal ini dipengaruhi pakan dan dekomposisi kandungan susu, dan perubahan rekasi kimia. Rasanya agak manis gurih, rasa manis berasal dari laktosa dan rasa asin berasal dari klorida, sitrat dan garam mineral lainnya.

c. Berat jenis.

Berat jenis susu normal berkisar 1,029 – 1,035. Keragaman berat jenis yang mungkin timbul karena perbedaan kandungan lemak dan zat padat bukan lemak. Susu dengan kandungan lemak yang rendah mempunyai berat jenis yang rendah, sedangkan susu dengan kandungan lemak yang tinggi mempunyai berat jenis yang tinggi pula.

Berat jenis susu berangsur-angsur meningkat dari saat pemerahan dan mencapai klimaks pada 12 jam sesudah pemerahan, peningkatan ini terjadi karena terbebasnya gas-gas seperti CO_2 , dan N_2 yang terdapat dalam susu yang baru diperah.

c. pH

Susu segar mempunyai pH antara 6,5-6,7 dan jika banyak terjadi pengasaman karena aktifitas bakteri akan terjadi penurunan pH atau susu kolustrum, sedangkan bila pH naik biasanya karena adanya mastitis pada sapi, karena penyakit ini menyebabkan perubahan keseimbangan mineral didalam susu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai pH diantaranya pengenceran dan pemanasan. Pengenceran dapat sedikit menaikkan nilai pH dan menurunkan keasaman titrasi. Pemanasan dapat menyebabkan tiga perubahan yaitu : 1). kehilangan CO_2 yang dapat menurunkan keasaman dan menaikkan pH. 2). Adanya transfer Ca dan fosfat ke koloidal sehingga dapat sedikit menaikkan keasaman dan menurunkan pH. 3). pemanasan yang drastis dapat menghasilkan asam dari degradasi laktosa. perubahan nilai pH atau keasaman disebabkan oleh penambahan asam laktat dan pengurangan CO_2 . Hilangnya CO_2 hingga 3 sampai 4 % dalam susu akan menambah nilai pH dari 0,01 sampai 0,04.

d. Viskositas.

Susu segar mempunyai viskositas antara 1,5-1,2 centipoise pada suhu 20°C . Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas susu ialah konsentrasi dan keadaan protein, konsentrasi dan keadaan lemak. Susu dengan kandungan lemak rata-rata 4,32 % mempunyai viskositas rata-rata 1,6314 centipoise, susu skim mempunyai viskositas rata-rata 1,404 centipoise.

e. Sifat Krim

Butiran-butiran lemak pada susu yang timbul ke permukaan bagian atas membentuk suatu lapisan krim yang jelas. Tebal krim sering dipakai sebagai petunjuk bagi mutu susu. Susu segar yang telah didinginkan sampai 4°C akan mempunyai lapisan krim yang tebal dan maksimum. Susu yang dipanaskan pada suhu 75°C akan kehilangan sifat krimnya, dengan homogenisasi juga akan merusak sifat krim tersebut.

f. Penggumpalan

Penggumpalan disebabkan oleh kegiatan enzim atau penambahan asam. Enzim "rennin" atau enzim proteolitik lainnya yang dihasilkan oleh bakteri dapat menyebabkan penggumpalan susu.

g. Keasaman,

susu sifatnya agak asam, susu yang normal keasamannya 4-7,5⁰SH (Soxlet Henkle). Derajat keasaman tersebut adalah angka yang menunjukkan jumlah mililiter larutan NaOH 0,25 N yang dibutuhkan untuk menetralkan 100 ml susu dengan 2 ml pp (phenolptialine) sebagai indikator yang diketahui dengan warna merah muda. Penentuan keasaman dapat ditentukan dengan metode "Mann Acid Test", yaitu dengan menentukan keasaman setara dengan asam laktat dalam susu. Penentuan persen keasaman setara dengan asam laktat ini didasarkan atas kerusakan mikrobiologis sehingga susu menjadi asam. Keasaman susu segar sekitar 0,18 sampai 0,24 % dihitung sebagai persen setara asam laktat. Cara penentuan ini yaitu 9 ml sampel susu ditambah 10 tetes pp kemudian dititrasi dengan 0,1 N NaOH dan diamati berapa ml jumlah NaOH yang digunakan untuk menitrasi susu sehingga menjadi merah muda. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Asam Laktat} = \frac{\text{Volume NaOH} \times \text{N (NaOH)} \times 90/100}{\text{Volume sampel}} \times 100 \%$$

Susu yang dipanasi akan mengurangi titrasi keasaman dibandingkan dengan yang tidak dipanasi, apalagi pemanasan dengan tekanan akan mengurangi kehilangan CO₂ sehingga perubahan asam tidak cepat. Bila susu dipanasi atau mengalami pasteurisasi, pengurangan angka titrasi keasamannya sebesar 0,01 %. Perubahan asam atau terjadinya keasaman disebabkan oleh terbentuknya asam laktat dari laktosa oleh bakteri asam laktat seperti *Streptococcus lactis*.

h. Titik beku,

Pada susu yang normal berkisar $-0,54$ sampai $-0,59^{\circ}\text{C}$. Penentuan titik beku dapat untuk menentukan jumlah air yang dipergunakan untuk pengenceran. Apabila ada penambahan air maka titik beku akan naik. Susu kolustrum mempunyai titik beku sedikit lebih rendah dari susu biasa yaitu sekitar $-0,57^{\circ}\text{C}$ sampai $-0,8^{\circ}\text{C}$. Titik beku ditentukan oleh molekul-molekul yang kecil dan ion-ion dalam larutan. Zat lain yang molekulnya besar seperti protein tidak berpengaruh terhadap penurunan titik beku.

i. Titik didih,

Pada susu titik didih berkisar $100,54^{\circ}\text{C}$. Uji ini untuk menentukan susu masih dalam keadaan baik atau tidak. Caranya dengan memanaskan susu sebanyak 5 ml didalam tabung reaksi dalam penangas air yang mendidih selama 10 menit. Kemudian diamati konsistensinya, apakah ada penggumpalan. Apabila ada penggumpalan berarti uji didih positif, susu kurang baik. Susu yang baik dalam uji didih tidak terjadi penggumpalan, sehingga uji didih negatif. Penggumpalan dapat diamati secara jelas pada dinding tabung reaksi yaitu terdapatnya partikel-partikel kasar yang melekat pada dinding.

Sedangkan standard susu untuk kualitas susu murni yang diijinkan beredar menurut Direktorat Jendral Peternakan 1983 sebagai berikut :

- a. Warna, bau, rasa dan kekentalan : tidak ada perubahan.
- b. Berat jenis (pada suhu $27,5^{\circ}\text{C}$ sekurang-kurangnya : 1,028
- c. Kadar lemak sekurang-kurangnya : 2,8 %
- d. Kadar bahan kering tanpa lemak (BKTL) sekurang-kurangnya : 8,0%
- e. Derajat asam : 4,5 - 7 $^{\circ}\text{SH}$
- f. Uji alkohol 70% : negatif
- g. Uji didih: negatif
- h. Titik beku : $-0,520$ sampai $-0,56^{\circ}\text{C}$
- i. Kadar protein sekurang-kurangnya : 2,7%
- j. Angka reduktase : 2 sampai 5 jam
- k. Jumlah kuman yang dapat dibiakkan tiap ml maks : 3 juta

Tabel 6. Syarat Fisik dan kimia Minimal yang harus dipenuhi Susu menurut Codex Susu Indonesia

No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1.	Bobot jenis	1,0280	gr/cm ³
2.	Bj serum kapur klor	1,0230	gr/cm ³
3.	Angka refraksi	34	
4.	Angka polarisasi	4,40	Derajat (°)
5.	Titik beku	-0,520	(°C)
6.	Kadar lemak	2,7	%
7.	Kadar BPTL	8	%
8.	Kadar protein kasar	3	%
9.	Kadar protein murni	2,7	%
10.	Nilai asam (pH)	4,5 - 7	
11.	Kadar abu	0,7	%
12.	Kadar laktosa	4,2	%
13.	Angka katalase	0	
14.	Kadar bahan keju	2,1	%
15.	Angka reduktase	2-5	jam
16.	Kadar khlor dalam 100 g susu	65 - 90	mg

Sumber : AA Ressang dan Nasution, 1963.

Klasifikasi Susu

Susu segar didasarkan dengan jumlah bakteri dalam susu dibagi menjadi tiga kelas, yaitu : kelas A, kelas B, dan kelas C.

a. Susu kelas A.

Susu kelas A adalah dari sapi yang sehat tidak dari sapi yang menderita *tuberculosis* atau *brucellosis* dan memenuhi sanitasi yang telah ditentukan, serta susu yang dihasilkan harus segera disimpan pada suhu dingin. Kandungan bakteri dalam susu dari masing-masing peternak tidak boleh lebih dari 100.000/ml. Setelah dicampur sebelum dipasteurisasi kandungan bakteri tidak boleh lebih dari 300.000/ml. Apabila sudah dipasteurisasi kandungan bakteri tidak boleh lebih dari 20.000/ml untuk kelas A pasteurisasi

b. Susu kelas B.

Susu segar yang tidak dapat memenuhi persyaratan kelas A, maka dimasukkan dalam susu segar kelas B, yaitu pada waktu diangkut sebelum pasteurisasi kandungan bakteri tidak boleh lebih dari 1.000.000/ml. Setelah mengalami pasteurisasi kandungan bakteri tidak boleh lebih dari 50.000/ml. Dibeberapa tempat tidak boleh dikonsumsi langsung oleh konsumen, tetapi untuk diproses lebih lanjut.

c. Susu kelas C.

Susu segar kelas C adalah susu segar yang tidak dapat memenuhi syarat kelas B. Biasanya kelas ini disebabkan kondisi sanitasi yang kurang baik dan tidak memenuhi syarat.

Kerusakan Susu

Susu merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan karena susu merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikrobia, sehingga dapat menyebabkan penyakit yang berbahaya bagi yang mengkonsumsinya. Kerusakan susu ini bisa menyebabkan "defect susu", misalnya "defect of flavour" atau "defect rancid flavor" (karena ketengikan), "sunlight flavor" (karena susu terkena sinar matahari, sehingga sebaiknya susu dilindungi dari sinar matahari dengan botol berwarna), dan lain-lain. Kerusakan susu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : pertumbuhan dan aktifitas bakteri, aktifitas enzim dalam susu, serangga, parasit, tikus, suhu, oksigen, kadar air, dan jangka waktu penyimpanan.

a. Kerusakan yang bersifat kimia dan fisika,

Abnormalitas susu sangat mudah terjadi, hal ini disebabkan beberapa faktor, yaitu :

1. Faktor dari pakan dan minuman sapi yang tercemar
2. enzimatik, misalnya rasa tengik karena lipase pada lemak susu, atau
3. kimiawi karena oksidasi lemak

4. aktifitas bakteri yang menyebabkan peragian dan hasil sampingan metabolik yang mudah menguap,
5. faktor mekanik, susu mudah menyerap cita rasa atau bau dari alat, atau lingkungan, misalnya cat, sabun, dan larutan clorin.

b. Kerusakan yang bersifat mikrobiologis

Kerusakan susu akibat mikroorganisme akibat pencemaran primer ataupun sekunder. Pencemaran primer karena didalam ambung sudah terkandung mikroorganisme patogen, sedangkan sekunder terjadi selama penanganan dan pengolahan, yang paling sering terjadi adalah *Salmonella* & *Staphillococcus*. Sedangkan kerusakan karena *bacillus cereus* terjadi penggumpalan.

Pencemaran oleh bakteri *colli* karena penanganan pemerahan yang kurang baik, dan kurang aseptis atau juga karena sapi yang diperah mastitis, serta lingkungan dan sanitasi yang kurang memadai. Kerusakan yang timbul bau yang tidak disukai seperti bau obat-obatan dan agak kepahit-pahitan.

Pencemaran pada susu selain akibat dari jenis *micrococcus* dan *mycobacterium*, juga timbul dari sapi, alat-alat pemerahan yang kurang bersih dan tempat-tempat penyimpanan yang kurang higienis, debu, udara, lalat dan penanganan oleh manusia, suhu penyimpanan juga menentukan kecepatan perkembang biakan mikrobial.

Tumbuhnya mikrobial dalam susu terkadang menimbulkan kerugian mutu susu, yaitu terjadi pengasaman dan penggumpalan yang disebabkan karena fermentasi laktosa menjadi asam laktat yang menyebabkan penurunan pH serta terjadi pelendiran dan terjadi pelapisan seperti kapsul.

Susu pasteurisasi terkadang juga masih terjadi pencemaran oleh bakteri psikrofil, diantaranya genus *pseudomonas*, *flavobakterium*, *alcaligenes*, dan *achromobakter*.

Tabel 7. Bentuk-bentuk Kerusakan Susu karena Mikrobiologis

Bentuk kerusakan	Mikrobia penyebab kerusakan
Produksi asam	Bakteri asam laktat homofermentatif dan heterofermentatif suhu 10 – 37°C : <i>Streptococcus lactis</i> Suhu 37-50°C : <i>Streptococcus thermophilus</i> Suhu 50°C : <i>Lactobacillus thermophilus</i> .
Produksi gas	Bakteri coliform, <i>clostridium</i> , <i>bacillus</i> , heterofermentatif asam laktat dan propionat, kamir
Proteolisis	<i>Streptococcus faecalis</i> , <i>bacillus cereus</i> , <i>micrococcus</i> , <i>flavobacterium</i> , <i>pseudomonas</i> .
Berlendir	<i>Alkaligenes</i> , <i>Enterobacter</i> , bakteri asam laktat, <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Alkaligenes faecalis</i> .
Perubahan warna	<i>Pseudomonas syncyanea</i> (menghasilkan warna biru, abu-abu sampai coklat). <i>Pseudomonas synxantha</i> (warna kuning pada lapisan krim susu), <i>Pseudomonas fluorescens</i> (warna kecoklatan), <i>Streptococcus lactis</i> (warna biru tua), <i>Serratia marsescens</i> (warna merah)

Sumber : Frazier dan Westhof (1988).

Pengujian kualitas susu segar.

Pengujian mutu susu sangat penting untuk menghindari pemalsuan ataupun sebab-sebab lain yang mengakibatkan mutu susu segar mutunya menurun atau bahkan tidak layak untuk dikonsumsi. Uji kualitas susu dilakukan untuk menentukan sifat-sifat kimia dan biologik susu

1. Uji sifat fisik susu

Uji ini meliputi uji organoleptik (rasa, warna, bau); uji berat jenis, pH, uji angka refraksi, uji titik beku.

a. Uji warna, bau dan rasa.

Warna susu bervariasi dari putih kebiruan hingga kuning kecoklatan tergantung dari bangsa sapi, macam pakan, serta jumlah lemak dan padatan susu. Warna putih susu disebabkan karena adanya

refraksi sinar dari butir-butir kalsium kaseinat, koloid lemak, kalium phospat. Warna kehijauan karena adanya vitamin B kompleks, sedangkan warna kuning disebabkan karena adanya karoten.

Warna susu yang sehat berwarna putih kekuningan dan tidak tembus cahaya, sedangkan susu yang tidak normal ditandai bila warna agak kemerahan dan terlalu encer. Bau susu sangat khas, hal ini bila tidak tercampur oleh bau asing saat pemerahan. Bau akan hilang setelah beberapa jam pendinginan. Bau dan rasa ini dipengaruhi oleh sapi, dekomposisi kandungan susu, perubahan reaksi kimia.

Susu segar mempunyai rasa sedikit asin dan manis, hal ini terjadi karena kandungan laktosa yang rendah dan kandungan klorida yang relatif rendah sehingga menimbulkan flavor asin.

b. Uji berat jenis

Berat jenis adalah berat dibagi volume, sedangkan berat spesifik adalah berat jenis zat dibandingkan dengan berat jenis air pada suhu yang sama. Susu mempunyai berat jenis yang lebih dari berat jenis air karena susu merupakan suatu sistem koloidal kompleks, yaitu air sebagai medium dispersi antara lain mengandung garam-garam dan gula dalam larutan. Berat jenis susu bervariasi antara 1,027 – 1,032 pada temperatur 20°C, dan untuk daerah tropis perlu dikonversi ke suhu 27°C. Pengukuran berat jenis menggunakan alat laktodensimeter, pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kekentalan susu. Faktor-faktor yang mempengaruhi berat jenis adalah suhu, waktu dan komposisi.

Berat jenis harus ditetapkan paling lama 3 jam sesudah pemerahan, sebab bila melebihi dari 3 jam pemerahan akan dijumpai berat jenis yang berbeda ataupun berubah, hal ini disebabkan karena adanya perubahan kadar lemak dan gas yang keluar dari susu.

c. Uji pH

Susu segar mempunyai pH normal 6,5 – 6,7. Nilai pH yang lebih dari 6,7 menunjukkan sapi terkena mastitis, sedangkan pH yang kurang dari 6,5 kemungkinan susu kolustrum atau susu telah rusak oleh bakteri.

d. Uji angka refraksi.

Alat yang dipergunakan untuk pengukuran ini adalah refraktometer, yaitu alat yang mempunyai kemampuan untuk membiaskan cahaya dengan prinsip perhitungan berdasarkan sudut datang dan sudut bias cahaya. Angka refraksi susu berkisar antara 36 – 38.

e. Uji titik beku

Susu akan membeku pada temperatur dibawah $-0,55^{\circ}\text{C}$ yaitu antara $-0,50 - (-0,61^{\circ}\text{C})$. Hal ini terjadi karena konstituen-konstituen susu yang larut, seperti laktosa dan mineral menentukan titik beku yang lebih rendah dari titik beku air, sedangkan lemak dan protein susu sangat kecil pengaruhnya terhadap titik beku.

f. Uji titik didih

Susu mendidih pada temperatur $100,17^{\circ}\text{C}$, hal ini lebih tinggi dari titik didih air (100°C) karena bahan-bahan yang terlarut dalam susu akan meningkatkan titik didih.

2. Uji sifat kimiawi susu.

Uji kimiawi susu meliputi uji alkohol, uji kadar lemak, uji bahan padat tanpa lemak, total bahan padat, uji kadar asam, uji kadar protein, dan uji kadar laktosa (kadar gula).

a. Uji alkohol

Uji alkohol untuk mengetahui keadaan susu masih dalam keadaan baik atau sudah rusak. Cara penentuan uji alkohol adalah dengan menggunakan alkohol 70%. Alkohol yang digunakan sejumlah sama dengan sampel susu atau dengan perbandingan 1:1, bila menggunakan sampel susu 5 ml maka penambahan alkohol 70% juga sebesar 5 ml. Keasaman susu akan menyebabkan rusaknya susu, bila dengan uji alkohol 70 % terjadi penggumpalan susu, berarti uji tersebut positif atau

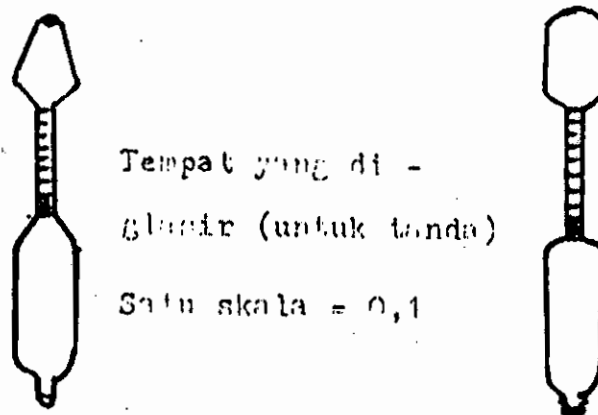
susu telah rusak, sehingga kurang baik untuk dikonsumsi. Apabila pada uji alkohol tidak terjadi penggumpalan maka uji alkohol negatif atau susu masih dalam keadaan baik dan layak untuk dikonsumsi.

b. Uji Kadar lemak

Kadar lemak ini dapat diuji dengan metode Gerber dan Babcock, tetapi ada cara penentuan yang lain yang lain seperti dengan metoda Mayonniere biasanya untuk penentuan *ice cream*.

Penentuan kadar lemak dengan metoda Gerber.

Pada prinsipnya penentuan kadar lemak dengan metoda Gerber sama Babcock, botol yang dipergunakan disebut *butyrometer*. Penentuan kadar lemak susu dengan metoda ini menggunakan dasar penambahan asam sulfat yang akan memisahkan lemak susu. Jumlah asam sulfat 95% yang digunakan sebesar 10 ml pada 11 ml sampel susu, kemudian ditambah 1 ml amil alkohol, dan dikocok supaya campur dan akhirnya disentrifus kurang lebih 10 menit dengan kecepatan kurang lebih 1200 rpm/mnt. Kedua metoda tersebut untuk penentuan kadar lemak susu penuh, sedangkan untuk penentuan kadar lemak susu skim dapat menggunakan metoda tersebut, tetapi penggunaan asam sulfat sebanyak 20 ml.



Gambar 3. Butyrometer untuk uji kadar lemak dengan metode Gerber.

Penentuan kadar lemak susu dengan metoda Babcock.

Metoda Babcock pada dasarnya adalah melarutkan bahan padat bukan lemak dan melepaskan lemak bebas, apabila ditambahkan asam sulfat ke dalam susu dan dicampur, maka akan timbul reaksi panas yang dapat mencairkan lemak susu yang akan memisah dibagian atas. Asam sulfat juga menyebabkan kenaikan perbedaan antara berat pada lemak dan larutan, sehingga apabila disentrifus lemak terletak dibagian atas, sebab berat jenis lebih kecil dari konstituen-konstituen lain didalam susu. Analisis lemak dengan metoda ini digunakan botol Babcock dengan skala 0 – 8 dengan ketelitian 0,1. Angka skala tersebut menunjukkan persentase kadar lemak pada waktu analisis, setiap skala mempunyai volume 0,2 ml. Analisis pada krim, angka sekalanya lebih besar yaitu antara : 0 – 50.

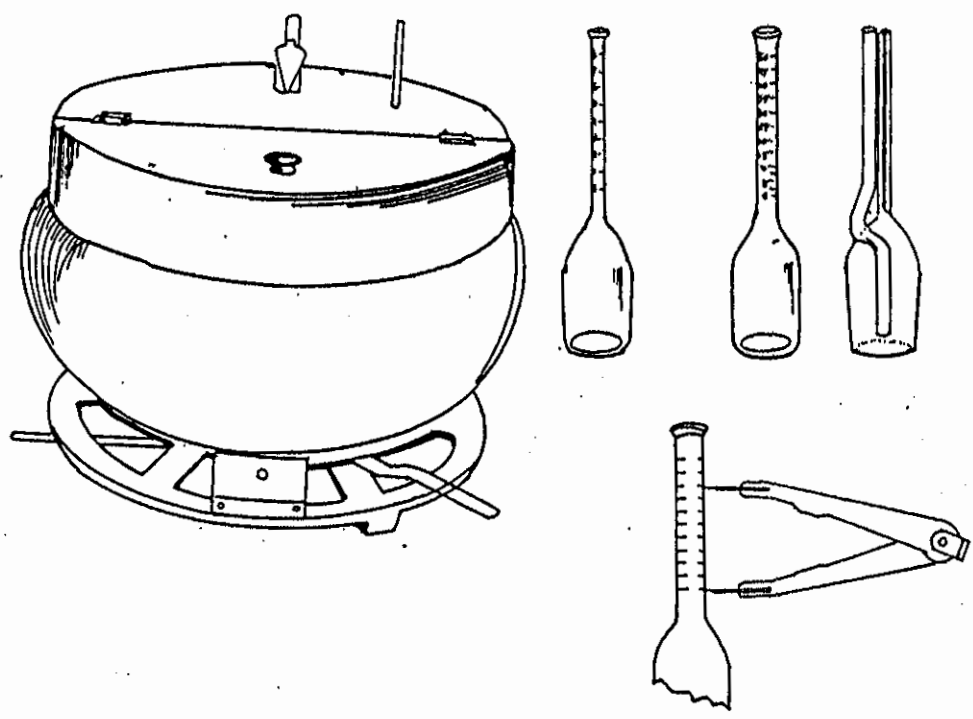
Cara kerja analisis lemak susu dengan metoda Babcock adalah menggunakan sampel susu sebanyak 18 gram yang dimasukkan dalam tabung Babcock, kemudian dipanaskan sehingga suhu mencapai 20 – 30°C, kemudian ditambahkan H₂SO₄ dan dicampur dengan baik sehingga timbul gumpalan-gumpalan didalam susu, setelah itu disentrifus selama 5 menit. Setelah itu botol Babcock dimasukkan ke dalam air hangat atau dengan suhu 71,1°C dan suhu dalam botol Babcock dijaga supaya tetap sekitar 20 – 30°C. Cara diatas diulangi dengan sentrifus selama 2 menit, kemudian dimasukkan kedalam air hangat. Diulangi lagi sentrifus selama 1 menit dan dicelupkan kembali pada air hangat. Sebelum dilakukan pembacaan skala ddicelupkan terlebih dahulu pada air hangat, kemudian dipanaskan pada penangas air dengan suhu kurang lebih 57,2 sampai 60°C, pemanasan selama 3 menit.

- c. Penentuan bahan kering tanpa lemak (BKTL) dengan metoda Fleischman

$$\text{Rumus perhitungan bahan kering (BK)} : 1,23 L + 2,71 \left(\frac{bj - 1 \times 100}{bj} \right)$$

Keterangan L : kadar lemak, sedangkan bj : berat jenis

$$\text{Rumus perhitungan bahan kering tanpa lemak (BKTL)} = \text{BK} - \text{lemak}$$



Gambar 4. Alat sentrifus Babcock dan botol Babcock. (sumber: Sudarmadji, *et al.* 1984).

d. Uji kadar protein

Penentuan kadar protein kasar dapat digunakan metode Kjeldahl. Cara ini dengan mengencerkan sampel sebanyak 10 ml sampel susu menjadi 100 ml. Susu yang telah diencerkan kemudian diambil 10 ml, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dengan ditambah CuSO_4 dan K_2SO_4 sebagai katalisator, dan ditambah lagi H_2SO_4 pekat. Kemudian dilakukan destruksi sehingga warna berubah menjadi hijau bening. Setelah dingin diambil 20 ml larutan tersebut dan ditambah phenolphthialine dan NaOH 40% sebanyak 20 ml. Seterusnya didestilasi dengan penampung asam boraks 3% sebanyak 20 ml dengan indikator campuran, destilasi berlangsung sampai warna berubah menjadi hijau. Setelah itu penampung dititrasi dengan HCl 0,1N, sehingga warna berubah menjadi ungu atau nila. Perhitungan persen protein dengan rumus :

$$\text{Protein (\%)} = \frac{100 \times 6,38 \times 1,4 \times \text{ml HCl} \times 100 \%}{20 \times \text{berat sampel} \times 1000}$$

e. Uji kadar laktosa

Kadar laktosa dalam susu perlu diketahui karena mempunyai pengaruh yang besar terhadap hidup manusia. Enzim laktase yang mampu memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, mempunyai aktifitas yang berbeda-beda menurut umurnya. Pada bayi berumur 2 hari mempunyai aktifitas yang paling tinggi, setelah itu akan menurun perlahan-lahan hingga akan mencapai konstan. Pada orang dewasa laktase sudah tidak aktif lagi sehingga susu yang mengandung laktosa tinggi sukar diterima oleh perut orang dewasa.

Ada beberapa uji laktosa yang bisa dilakukan, yaitu :

- Dengan penambahan asam klorida dan sentrifugasi : prinsip kerjanya adalah menggumpalkan laktosa.
- Dengan penambahan larutan Fehling prinsip kerjanya adalah reduksi garam tembaga menjadi kuprooksida akan memberikan endapan berwarna merah, sedangkan gula bukan reduksi dengan garam tembaga akan memberikan kupri oksida yang berwarna hitam, sedangkan untuk pengukuran kuantitatifnya bisa dengan cara gravimetri ataupun titrasi.

3. Pengujian mutu susu secara biologik

Pengujian mutu secara biologik terdiri atas beberapa yaitu : pengujian secara mikroskopis, pengujian secara biokimiawi dan pengujian secara mikrobiologik.

- a. Pengujian secara mikroskopis ini bertujuan untuk mengetahui struktur biologis susu segar. Komponen-komponen penyusun susu yang utama adalah air sebagai media pelarut, protein yang sebagian larut dan sebagian lainnya merupakan partikel koloidal, lemak terdapat dalam bentuk emulsi ataupun globula-globula yang ukurannya bervariasi. Yang terpenting dalam pengukuran ini

adalah globula-globula lemak, karena akan sangat mempengaruhi sifat-sifat susu segar.

b. Pengujian secara biokimiawi

Pengujian daya reduksi ini dapat dilakukan dengan menggunakan larutan metil biru atau dengan larutan rezaurin. Prinsip kerjanya adalah susu yang diperoleh dari pemerahan akan terkena udara yang akan menyebabkan terjadinya perbedaan kekuatan oksidasi reduksi sebesar 300 milivolt. Bakteri yang tumbuh dalam usus memerlukan oksigen dan menghasilkan substansi-substansi pereduksi yang memungkinkan penurunan perbedaan kekuatan oksidasi reduksi tersebut sampai nilainya menjadi negatif. Kecepatan penurunannya tergantung jumlah dan macam bakteri serta dipengaruhi oleh metabolisme dalam sel bakteri. Selain itu beberapa enzim dapat menurunkan perbedaan kekuatan oksidasi reduksi.

Uji reduktase "Methylen blue" untuk mengukur aktifitas bakteri yang terdapat didalam susu dan dapat pula untuk memperkirakan jumlah bakteri dalam susu. Uji reduktase ini berdasarkan aktifitas bakteri dalam susu sehingga menghasilkan senyawa pereduksi yang dapat mengubah warna biru metylene menjadi putih jernih. Makin lama perubahan warna dari biru menjadi putih jernih berarti aktifitas bakteri kecil atau jumlah bakteri sedikit dan susu mempunyai mutu yang baik. Uji reduktase dapat untuk memperkirakan jumlah bakteri dalam susu, sehingga dengan uji MBRT susu dapat dibagi menjadi empat kategori :

- 1). Mutu susu sangat baik apabila lama reduksi lebih dari 8 jam dengan perkiraan jumlah bakteri kurang dari 500 ribu/ml
- 2). Mutu susu baik apabila lama reduksi 6 sampai 8 jam dengan perkiraan jumlah bakteri 1 sampai 4 juta/ml

- 3). Mutu susu cukup baik apabila lama reduksi 2 sampai 6 jam dengan perkiraan jumlah bakteri 4 sampai 20 juta/ml dan
- 4). Mutu susu bermutu rendah apabila lama reduksi kurang dari 2 jam dengan perkiraan jumlah bakteri lebih dari 20 juta/ml.

Cara penentuan MBRT (Methylen Blue Reductase Test) sebagai berikut : susu sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril dan tertutup, kemudian ditambah 2 ml larutan methylen biru kemudian dicampur baik-baik sampai larut semua. Kemudian dimasukkan dalam penangas air pada suhu kurang dari 36°C dan dilakukan pengamatan perubahan warna dan biru sampai putih dalam jam.

Pengujian dengan rezaurin.

Pengujian ini didasarkan pada reaksi reduksi terhadap rezaurin. Senyawa ini merupakan indikator yang mempunyai jarak pH antara 3,5 – 6,5. Jika pH lingkungannya tinggi, misalnya 6,5 atau lebih maka warnanya ungu, tetapi jika pH lingkungannya rendah, misalnya 3,5 atau lebih rendah, maka warnanya oranye. Asumsi bahwa aktivitas bakteri dapat menyebabkan kenaikan keasaman susu berarti akan menurunkan pH susu. Pengujian dengan rezaurin ditandai dengan perubahan warna mula-mula ungu menjadi oranye. Makin cepat terjadi perubahan warna makin rendah mutu susunya. Cara pengujian dikerjakan sebagai berikut :

- 1). Sediakan 10 ml susu dalam tabung reaksi
- 2). Ditambah 1 ml larutan rezaurin 0,005% atau 1: 200000
- 3). Dipanasi pada suhu $37,5^{\circ}\text{C}$ dalam inkubator
- 4). Diamati lamanya waktu (antara (15-60 menit) terjadinya perubahan warna ungu. Apabila sebelum 60 menit sudah terjadi perubahan warna maka mutu susu adalah rendah.

Uji kualitas Enzim Pospatase

Pengujian ini biasanya dikerjakan untuk susu yang telah dipasteurisasi. Ini disebabkan proses pasteurisasi dapat mengikatikan enzimpospatase. Oleh karena itu pengujian ini dapat digunakan untuk mengetahui keberdayagunaan (efisiensi) proses pasteurisasi. Pengujian ini didasarkan atas adanya hubungan antara inaktivasi enzim pospatase karena panas dan kematian bakteri patogen yang ada didalam susu. Untuk itu uji aktifitas enzim pospatase pada susu pasteurisasi yang baik akan menunjukkan reaksi yang positif.

Enzim pospatase dapat membebaskan penol dan asam pospat dari ester alkohol. Secara kuantitatif penol yang terbebas dapat diukur dengan 2,6-dibromoquinon kloroimida (BSQ). Jika dalam pengujian terjadi warna biru berarti terbentuk indopenol sebagai akibat dari aktifitas pospatase.

c. Pengujian mikrobiologik.

Mikrobia yang terdiri atas bakteri, yeast, jamur dan virus dapat menyebabkan kerusakan pada susu segar atau hasil olahannya. Bakteri merupakan mikrobia yang dominan dalam menimbulkan kerusakan, baik pada susu segar maupun hasil olahan susu. Jamur pada umumnya menimbulkan kerusakan pada hasil olahan susu yang berupa padat, seperti mentega dan keju. Pengujian mikrobiologik pada susu segar dan hasil olahannya lebih banyak ditujukan untuk mengetahui jumlah bakteri daripada jenisnya.

- a. Penentuan jumlah bakteri secara langsung dengan mikroskop.
- b. Penentuan jumlah bakteri dengan "standard plate count" (SPC)

Metoda ini menentukan jumlah bakteri secara tidak langsung. Jika dengan mikroskop merupakan total bakteri, artinya bakteri yang hidup dan mati terhitung semua, tetapi dengan SPC yang dihitung adalah bakteri-bakteri yang hidup (viable) saja.

Pengenceran berseri dilakukan hingga pengenceran tertentu, kemudian diambil 1 ml untuk ditumbuhkan dalam media agar, dan diinkubasi pada suhu $37,5^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam. Kemudian koloni yang terbentuk dihitung. Ini dapat dimodifikasi dengan "Surface Plate Method" ataupun "Micro Plate Method"

PENGETAHUAN DASAR TELUR

PENGERTIAN TELUR

Telur merupakan hasil sekresi organ reproduksi ternak unggas yang berguna untuk meneruskan kehidupan/perkembangbiakan. Oleh karenanya telur merupakan mata rantai yang esensial dalam siklus reproduksi kehidupan hewan. Oleh karena itu telur bangsa burung lebih besar daripada telur mamalia karena telur burung harus mengandung makanan untuk perkembangan embrio yang tidak berada di dalam tubuh induknya. Hal ini berbeda dengan kebanyakan mamalia yang perkembangan embrionalnya terjadi di dalam tubuh induk dan mendapatkan makanan langsung dari induknya setelah implantasi sampai siap lahir. Embrio burung lebih tergantung pada zat-zat makanan telur sampai beberapa saat setelah menetas daripada bayi mamalia yang sudah bisa bergantung pada zat-zat makanan susu induknya disamping juga mempunyai zat-zat makanan dalam hati dan jaringan tubuh yang lain.

Dengan demikian telur burung merupakan suatu sel reproduktif yang paling kompleks. Telur yang telah dibuahi oleh sel kelamin jantan (mengalami fertilisasi) disebut telur fertil, yang secara komersial sering disebut telur tetas.

Dalam perkembangannya telur yang pada awalnya merupakan sel reproduktif, oleh manusia telah dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Pemanfaatan telur sebagai bahan pangan telah dimulai sejak jaman purbakala. Orang-orang primitif mengambil telur-telur burung liar dari sarangnya untuk dimakan.

Hewan unggas betina domestik dapat bertelur secara terus-menerus tanpa kawin ataupun tanpa adanya rangsangan dari unggas jantan. Fenomena biologis ini telah dimanfaatkan manusia secara menguntungkan dalam memproduksi telur infertil untuk konsumsi manusia.

Peranan telur dalam kehidupan sehari-hari tampak semakin penting. Hal ini disebabkan antara lain harga telur yang relatif murah

sehingga terjangkau oleh daya beli masyarakat, disamping dengan semakin timbulnya kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi terutama protein hewani.

KOMPOSISI FISIK TELUR

Struktur telur

Struktur telur secara terperinci dapat dibagi menjadi :

1. Kerabang telur dengan permukaan agak berbintik-bintik. Kerabang telur merupakan pembungkus telur yang paling tebal, bersifat keras dan kaku. Pada kerabang terdapat pori-pori yang berfungsi untuk pertukaran gas. Pada permukaan luar kerabang terdapat lapisan kutikula, yang merupakan pembungkus telur paling luar.
2. Selaput kerabang luar dan dalam. Selaput kerabang dalam lebih tipis dari selaput kerabang luar dan keduanya mempunyai ketebalan 0,01 – 0,02 mm. Pada ujung telur yang tumpul, kedua selaput terpisah dan membentuk rongga.
3. Albumen (putih telur) terdiri dari 4 lapisan, paling dalam lapisan tipis dan encer atau lapisan chalaziferous (lapisan 4), lapisan ini berhubungan langsung dengan selaput vitelina; lapisan luar yang tipis dan encer (lapisan 3) yang mengelilingi lapisan kental (lapisan 2). Paling luar adalah lapisan tipis dan encer (lapisan 1).
4. Struktur keruh berserat yang terdapat pada kedua ujung kuning telur yang disebut khalaza dan berfungsi memantapkan posisi kuning telur.
5. Kuning telur yang terdiri dari latebra, diskus terminalis, cincin/lingkaran konsentris dengan warna gelap dan terang, dan dikelilingi oleh selaput vitelina.

Yolk (kuning telur)

Yolk menyusun 30 – 33% berat telur. *Yolk* berbentuk hampir bulat, berwarna kuning sampai jingga tua dan terletak di pusat telur. Bahan yang memberi warna *yolk* adalah xanthofil, suatu pigmen carotenoid yang diturunkan dari pakan. *Yolk* terdiri dari latebra, germinal disc (blastoderm

= bintik pusat), lapisan konsentris terang dan gelap, vitellin membrane (membran vitelin) yang membungkus yolk, bersifat halus, elastis dan berkilau.

Pada telur infertil, germinal disc tampak sebagai spot (bintik kecil) bentuk tak teratur, berwarna pucat dan terletak pada permukaan yolk.

Tabel 8. Persentase komponen penyusun yolk

Komponen yolk	Berat (gram)	Berat (%)
Keseluruhan	18,70	100,00
Air	9,10	48,70
Bahan padat	9,60	51,30
1. Bahan organik	9,40	50,20
a. protein	3,10	16,60
b. lipida	6,10	23,60
c. karbohidrat	0,20	1,00
2. Bahan anorganik	0,20	1,10

Sumber : Romanoff dan Romanoff, 1963.

Albumen

Albumen menyusun kira-kira 60% dari berat telur total. *Albumen* terdiri dari 4 fraksi : lapisan *chalaziferous* (lapisan kental dalam), lapisan kental encer dalam (*inner thin layer*), lapisan kental luar (*firm gel-like layer*) dan lapisan encer luar (*outer thin layer*). *Albumen* biasanya berwarna sedikit kehijauan yang disebabkan oleh riboflavin (vitamin B2).

Albumen tersusun atas sebagian besar air. Komponen utama bahan organik dalam *albumen* adalah protein. Komponen lain yaitu karbohidrat dan mineral, sedangkan lipida sangat sedikit bahkan dapat dianggap tidak ada.

Shell Membrane (Membrane Kulit Telur)

Membrane kulit telur terdiri dari dua lapisan, yaitu membrane kulit telur dalam dan membrane kulit telur luar yang masing-masing tersusun

oleh 2 atau 3 lapis anyaman serabut protein yang tidak teratur. Serabut-serabut tersebut disatukan oleh suatu bahan *albuminous cementing* untuk membentuk membran tipis, kuat, melekat erat dan bersama-sama membatasi cangkang di sebelah dalam dan melekat erat padanya. Membran dalam lebih tipis daripada membrane luar. Tebal keseluruhan 0,01 – 0,02 mm. Kedua membran merupakan barisan pertahanan terhadap masuknya mikroorganisme, tetapi ini bukan berarti tidak dapat dilewati mikroorganisme atau gas. Hal ini disebabkan oleh adanya pori-pori yang halus. Lewatnya gas-gas dan cairan melalui membrane terutama terjadi karena osmose dan difusi. Membran tampak berwarna putih seperti kapur, tetapi ada beberapa yang agak pink (jambon) karena adanya pigmen poryphyrin dalam jumlah yang sngat kecil.

Shell (cangkang)

Cangkang merupakan lapisan berkapur (*calcareous*) yang menyusun 9– 12 % berat telur total. Cangkang terdiri dari bahan organik yang berupa kerangka dari serabut-serabut yang teranyam halus dan granula-granula serta substansi interstitial yang tersusun dari campuran garam-garam organik. Cangkang tersusun kira-kira 94% kalsium karbonat, 1% magnesium karbonat, 1% kalsium fosfat dan 4% bahan organik terutama protein.

Bentuk telur

Berdasarkan bentuknya telur dibedakan menjadi 5 (lima) macam, yaitu :

- a. Biconical, adalah telur yang kedua ujungnya runcing seperti kerucut.
- b. Conical, adalah yang salah satu ujungnya runcing seperti kerucut.
- c. Elliptical, adalah bentuk telur yang menyerupai elip.
- d. Oval, adalah bentuk telur yang menyerupai oval, dan ini merupakan bentuk yang paling baik.
- e. Spherical, adalah bentuk telur yang hampir bulat

Faktor yang mempengaruhi bentuk telur yaitu : genetik dan umur induk. Induk yang baru mulai bertelur bentuk telur yang dihasilkn

cenderung runcing, memanjang; sedangkan induk yang semakin tua menghasilkan telur yang semakin ke arah bulat bentuknya.

Berat telur

Telur berdasarkan beratnya, dibagi menjadi kelompok, yaitu :

No.	Kelompok	Berat per butir (gram)
1.	Jumbo	Lebih dari 65
2.	Extra large	60 – 65
3.	Large	55 – 60
4.	Medium	50 – 55
5.	Small	45 – 50
6.	Peewee	kurang dari 45

KOMPOSISI KIMIA TELUR

Telur tersusun atas sebagian besar air. Bahan padat terdiri atas bahan organik yaitu protein, lipida dan karbohidrat, sedangkan bahan anorganik tersusun atas mineral (abu). Bagian terbesar dari isi telur adalah air (75% dari berat telur). Selanjutnya diikuti bahan organik, yang terdiri atas protein dan lipida, masing-masing terdapat sekitar 12% dan karbohidrat dalam jumlah kecil, yaitu 1%. Bahan anorganik terdapat sekitar 1% dari berat isi telur.

Tabel 9. Rata-rata komposisi kimia telur (%)

Komponen telur	Protein	Lipida	Karbohidrat	Abu/Mineral
<i>Albumen</i>	9,7 – 10,6	0,03	0,4 – 0,9	0,5 – 0,6
<i>Yolk</i>	15,7 – 16,6	31,8 – 35,5	0,2 – 1,0	1,1
Telur utuh	12,8 – 13,4	10,5 – 11,8	0,8 – 1,0	0,8 – 1,0

Sumber : Stadelman dan Cotterill, 1995

- Protein

Protein telur dikenal sebagai protein seimbang (*balanced protein*) dan mengandung semua asam amino esensial bagi pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh manusia. Asam amino telur berada dalam keseimbangan yang baik bagi kebutuhan protein manusia. Perhatian penting lain dari protein telur dalam nutrisi manusia adalah kandungan metionin yang luar biasa tingginya. Asam amino esensial ini kurang atau dijumpai dalam jumlah yang sangat rendah dalam sereal (Stevenson dan Miller, 1962). Dua butir telur bisa menyediakan 35 – 121 persen dari kebutuhan asam amino esensial per hari.

- Lemak

Lemak telur mudah dicerna dan merupakan sumber energi bagi tubuh. Telur kaya akan asam lemak esensial terutama asam oleat. Lemaknya mengandung asam lemak tak jenuh dengan proporsi yang tinggi. Seluruh lemak yang terdapat dalam telur terletak dalam *yolk*.

- Karbohidrat

Telur mengandung relatif sedikit karbohidrat, terdapat kira-kira 0,5 gram dan hampir 75% karbohidrat terdapat dalam albumen. Karbohidrat dalam telur terdapat dalam bentuk bebas dan terkombinasi dengan protein atau lemak. Karbohidrat bebas dalam telur adalah glukosa, sedang karbohidrat terkombinasi adalah manosa dan galaktosa. Karbohidrat terkombinasi terdapat pada fosfoprotein, fosfolipida dan cerebrosida dalam *yolk*, sedang pada *albumen* terdapat dalam glikoprotein sederhana yang ada dalam albumen yaitu ovoconalbumin.

- Vitamin

Telur mengandung hampir semua vitamin yang telah teridentifikasi, kecuali vitamin C (*ascorbic acid*). Telur merupakan sumber vitamin A, D, B₁ dan riboflavin. Walaupun lebih dari setengah kandungan riboflavin telur terdapat dalam putih telur, kebanyakan vitamin lainnya terdapat dalam putih telur. *Yolk* merupakan sumber vitamin A yang paling berharga karena hanya lemak susu, hati dan telur yang mengandung vitamin ini dalam keadaan pre-formednya. *Yolk* juga mengandung jumlah yang

beragam dari pigmen karoten kuning, yang bisa sebagian atau seluruhnya dikonversikan ke vitamin A oleh tubuh manusia. Vitamin D juga terdapat dalam yolk. Vitamin D merupakan zat gizi esensial bagi absorpsi dan metabolisme kalsium dan fosforus. Vitamin B12 merupakan vitamin yang dipercaya hanya ada dalam pangan hewani, termasuk juga di dalam telur. Walaupun jumlah vitamin B12 dalam sebutir telur relatif kecil dan variabel (0,028 mg/butir), tetapi keberadaannya memberikan faktor dalam nilai biologis yang tinggi pada protein telur. Hal ini disebabkan karena dipercayai bahwa ada *interrelationship* antara vitamin B₁₂ dan metabolisme asam amino.

- Mineral

Telur merupakan sumber Fe dan fosfor yang baik. Sebagian besar Fe terdapat dalam yolk (kuning telur). Mineral penting lainnya yang dapat disuplai dari telur adalah Sodium (Na), Potassium, Sulfur (S), Chlorine (Cl), magnesium (mg) dan Manganese (Mn). Mineral telur dengan mudah digunakan dalam nutrisi manusia. Persentase mineral yang ada mungkin tidak setinggi pangan lain, tetapi karena keberadaan itu lebih mudah diabsorpsi saluran pencernaan, telur sebenarnya merupakan sumber yang baik.

- Pigmen pada telur

Substansi pigmen terdapat pada semua bagian telur, tetapi masing-masing sifat kimianya sangat berbeda. Pigmen dalam telur paling banyak terdapat pada yolk yaitu 0,4 mg, sedang pada albumen 0,03 mg, dan pada bagian yang lain dari telur hanya dalam jumlah sedikit.

Yolk merupakan bagian telur yang banyak mengandung pigmen, yaitu 0,02%. Pigmen yolk diklasifikasikan menjadi dua yaitu lipochrome dan liochrome. Albumen hanya mengandung 1 pigmen dimana pigmen tersebut larut dalam air yaitu ovoflavin. Ovoflavin dalam albumen terdapat kira-kira 0,017 mg. Selaput kerabang kadang-kadang terlihat berwarna agak pink (merah muda), hal ini karena adanya pigmen porphyrin. Warna dari kerabang telur terdiri atas merah-coklat, biru-hijau dan putih. Pigmen yang memberi warna merah-coklat pada kerabang adalah oophorphyrin.

Oophorphyrin ini juga terdapat pada kerabang putih, tetapi pada saat telur ditelurkan pigmen tersebut segera rusak karena kena sinar matahari, sedang oocyan adalah pigmen pada kerabang yang berwarna biru-kehijauan.

BEBERAPA SIFAT FISIKOKIMIWI TELUR

Telur merupakan suatu sistem sangat kompleks yang terorganisir dengan baik. Telur terdiri dari beberapa bagian yang sangat berbeda sifat fisis dan kimiawinya, dan hubungan spesifik tertentu dijaga oleh kerja dari sejumlah kekuatan yang dapat diukur.

Sistem fisikokimiawi telur tersebut secara eksternal diatur oleh cangkang yang keras dan berpori-pori; sedangkan secara internal, sistem terdiri dari dua fase, *yolk* dan *albumen*, yang dipisahkan oleh membran vitelin yang semipermeabel.

- Berat jenis

Berat jenis telur keseluruhan dihitung dari beratnya dan berat air pada volume yang sama.

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Berat telur}}{\text{Berat air pada volume sama}}$$

Berat jenis rata-rata telur ayam segar yang bentuknya normal kira-kira 1,095. Berat jenis telur yang bentuknya menyimpang baik memanjang, elliptical, conical, maupun bulat sedikit lebih rendah, yaitu 1,088 sampai 1,090.

Berat jenis cangkang telur hampir dua kali berat isi telur. Oleh karenanya berat jenis telur keseluruhan dipengaruhi oleh jumlah proporsional atau ketebalan cangkang.

pH

pH dari telur yang baru ditelurkan kira-kira 7,6 – 7,9. Selama penyimpanan telur, pH *albumen* meningkat sampai nilai maksimum kira-kira 9,7 tergantung temperatur. Setelah 3 hari penyimpanan telur pada suhu 3°C, pH *albumen* 9,18 dan setelah 21 hari penyimpanan, pH *albumen*

mendekati 9,4 dengan tidak memandang temperatur penyimpanan antara 3°C dan 35°C. Peningkatan pH *albumen* disebabkan oleh lepasnya CO₂ dari telur melalui pori-pori cangkang. pH *albumen* tergantung pada keseimbangan antara CO₂, ion bikarbonat, ion karbonat dan protein yang terlarut. Konsentrasi ion bikarbonat dan ion karbonat dipengaruhi oleh tekanan parsial CO₂ lingkungan eksternal. Peningkatan konsentrasi CO₂ lingkungan akan meningkatkan konsentrasi ion bikarbonat dan akan menurunkan konsentrasi karbonat.

pH *yolk* telur yang baru ditelurkan kira-kira 6,0, tetapi selama penyimpanan telur, pH secara bertahap meningkat menjadi antara 6,4 dan 6,9. Pada temperatur penyimpanan 2°C dan 37°C nilai pH *yolk* mencapai 6,4 masing-masing dalam 50 hari dan 18 hari.

- Daya buih *albumen*

Bila sebutir telur dikocok ia akan membuih. *Yolk* dan *albumen* jika dikocok secara terpisah juga akan membuih. Tetapi putih telur tidak akan membuih dengan adanya lemak (Knight dan Kotschevar, 1979). Jadi putih telur yang mengandung banyak *yolk* tidak akan membuih dengan baik. Dalam proses pembentukan buih, terjadi denaturasi permukaan dari protein *albumen* pada antar muka cairan-udara (liquid-air), yang menghasilkan suatu lapisan tipis tak larut air dan menyebabkan buih teguh dan stabil.

Volume *albumen* yang dikocok dan stabilitas relatif buih dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor, seperti umur, temperatur dan pH *albumen* telur, lamanya pengocokan telur dan ada tidaknya air, *yolk*, gula, garam, minyak atau substansi lainnya.

Bilamana macam-macam lapisan *albumen* dikocok sendiri-sendiri, volume masing-masing meningkat dengan besaran yang agak berbeda-beda. Jika kedua lapisan encer dicampur, *albumen* kental dan encer akan menunjukkan persentase peningkatan volume yang kira-kira sama.

Volume *albumen* telur segar yang dikocok akan meningkat kira-kira 350%, sedangkan pengocokan *albumen* dari telur yang disimpan selama 2 minggu pada temperatur kamar akan meningkatkan volume 424%.

Stabilitas emulsi minyak dalam *yolk* berkurang apabila terjadi penggabungan dan pembesaran secara bertahap droplet yang terdispersi, tanpa terpisahnya lemak bebas.

- Koagulasi *Albumen* dan *Yolk*

Pengetahuan tentang kondisi yang bagaimana *albumen* menggumpal (terkoagulasi) penting dalam penyiapan telur sebagai makanan untuk konsumsi manusia.

Baik *albumen* maupun *yolk* bisa menggumpal tidak hanya karena panas, tetapi juga karena agent-agent yang lain, baik kimiawi, fisis maupun mekanis. *Albumen* mulai berubah ke dalam bentuk gel pada temperatur mendekati 62°C, dan pada temperatur 65°C sudah tidak dalam bentuk cair. Pada temperatur 70°C, sudah agak padat tetapi masih seperti jelly dan lunak, selanjutnya pada temperatur lebih tinggi akan sangat menjadi sangat padat.

Yolk menggumpal pada temperatur yang lebih tinggi daripada *albumen*. *Yolk* mulai memadat pada temperatur 65°C dan berhenti dalam bentuk cair pada temperatur 70°C.

Albumen bisa digumpalkan dengan kalium iodida, kalium thiosianat, urea, amonium thiosianat, natrium karbonat dan formaldehyde. NaOH hanya sedikit berpengaruh.

Agent penggumpal yang lain adalah pengocokan mekanis, tekanan 5000 atmosfer atau lebih tanpa meningkatkan temperatur, dan gelombang suara berfrekuensi tinggi.

MIKROBIOLOGI TELUR

1. Kontaminasi Mikroba

Pada ayam yang sehat telur yang masih berada dalam oviduct dapat dikatakan steril. Kontaminasi mikroba terjadi mulai pada bagian cloaca dan setelah berada di luar tubuh induk. Pencemaran dari feses (kotoran), udara, perkandangan, peralatan, serta orang yang melakukan pemanenan dan penganan telur.

Pada ayam yang menderita sakit yang dapat diturunkan melalui telur, maka pada telur tersebut telah mengandung mikroba penyakit, contohnya adalah ayam yang menderita pullorum, tuberculosis dan lainnya. Pencemaran mikroba ini hanya terjadi pada bagian ovarium, sedangkan pada oviduct tidak terjadi karena adanya lisozim dan viskositas albumen.

2. Jenis-jenis mikroba

Jenis mikroba yang sering ditemukan dalam telur adalah termasuk golongan proteolitik (menghidrolisis protein). Bakteri yang sering ditemukan dalam telur adalah genus *Alkaligenes*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Hafnia*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Plavabacterium*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, dan *Coli*.

Fungi yang sering ditemukan dalam telur adalah *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Thamnidium*, *Botrytis* dan *Sporotricum*.

Akibat dari kontaminasi mikroba proteolitik tersebut, akan terjadi degradasi protein telur menjadi berbagai macam pecahannya, meliputi *proteosa*, *pepton*, *polipeptida*, *asam amino*, H_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 , NH_3 , H_2S , *Merkaptan*, *Indol*, *Skatol*, *Kadaverin*, *Putresin* dan lainnya.

Terdapat bahan atau senyawa yang bersifat sebagai pertahanan terhadap mikroba pada telur segar, yaitu :

- a. Pertahanan Fisik, meliputi kutikula, membran cangkang dan viskositas putih telur.
- b. Pertahanan kimiawi, yaitu adanya lisozim yang menyebabkan terjadinya lisis (pemecahan) dinding sel bakteri.

PENGUJIAN KUALITAS TELUR

Dalam penentuan kualitas telur, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan. Pada dasarnya ada dua cara penentuan kualitas telur yaitu penentuan kualitas telur secara eksterior dan penentuan secara interior.

A. Penentuan kualitas telur secara eksterior

Dalam penentuan kualitas telur secara eksterior, beberapa faktor yang perlu diperhatikan adalah :

1. Bentuk telur

Untuk menentukan bentuk telur, sebelumnya harus diketahui bentuk telur yang ideal. Hal ini dapat dibantu dengan penentuan indeks bentuk telur (ayam) yang normal adalah 74.

$$\text{Indeks telur} = \frac{\text{Lebar telur}}{\text{Panjang telur}} \times 100\%$$

2. Berat telur

Berat telur dikelompokkan seperti pada Tabel di atas.

3. Keadaan kerabang

USDA Egg Grading Manual telah membuat klasifikasi kualitas telur berdasar bentuk dan tekstur kerabang menjadi tiga, sebagai berikut :

- Normal, yaitu kerabang telur memiliki bentuk normal, termasuk tekstur dan kekuatan kerabang. Pada kerabang tidak ada bagian yang kasar, sehingga tidak berpengaruh pada bentuk, tekstur dan kekuatan dari kerabang.
- Sedikit normal, yaitu pada kerabang telur ada bagian yang bentuknya tidak/kurang beraturan. Pada kerabang ada bagian yang sedikit kasar, tetapi tidak terdapat bercak-bercak.
- Abnormal, yaitu bentuk kerabang tidak normal, tekstur kasar, terdapat bercak-bercak atau bagian yang kasar pada kerabang.

Secara terperinci, kualitas telur secara eksterior dibagi menjadi 4 yaitu : AA (baik sekali), A (baik), B (sedang), C (rendah).

Item	Kualitas			
	AA	A	B	C
Kerabang	Bersih Tidak pecah	Bersih Tidak pecah	Kotoran 1/32- 1/16 Tidak pecah	Kotoran >16 Tidak pecah
Bentuk telur	Normal	Normal	Kadang tidak normal	Kadang tidak normal

Dalam penentuan kualitas telur, kekuatan kerabang merupakan salah satu pertimbangan ekonomi dalam industri. Hal ini dapat dilakukan tebal kerabang. Tebal kerabang minimal 0,33 mm adalah cukup baik atau dapat dikatakan telur tersebut cukup kuat kerabangnya.

B. Penentuan kualitas telur secara Interior

Penampakan luar tidak bisa menjadi indikasi yang akurat terhadap apa yang dijumpai di dalam cangkang. Oleh karena itu untuk mengukur kualitas interior dilakukan dengan *candling* (peneropongan) dan pemecahan telur.

1. *Candling* (peneropongan)

Candling yang akurat paling baik dikerjakan di dalam ruangan gelap dengan pengaturan arah sinar lampu melewati telur ke pemirsa. Karakter-karakter yang diamati adalah cangkang, rongga udara, yolk, albumen dan blastoderm. Dengan *candling* memungkinkan untuk mendeteksi retak-retak pada cangkang, ukuran rongga udara, ukuran dan mobolitas yolk, blood spot, meat spot, cacat-cacat mikrobiologis dan germinasi (ada tidaknya perkembangan embrio).

Telur yang bercangkang tipis, sangat berpori-pori atau retak dengan mudah terdeteksi. Dengan *candling*, rongga udara dapat terlihat dengan jelas. Rongga udara biasanya terletak di ujung telur yang tumpul (besar). Rongga udara yang besar merupakan indikasi lamanya umur telur dan lemahnya membran kulit telur atau karena penanganan yang kasar. Sedangkan rongga udara yang bergerak bebas pada beberapa bagian telur adalah akibat pecahnya membran kulit telur dalam.

Dengan *candling*, *yolk* telur segar tidak dapat terlihat dengan jelas, tetapi yang terlihat hanya bayangannya yang kabur (tidak jelas). Pada telur yang kualitasnya lebih rendah, *yolk* tampak bergerak lebih bebas dan bayangannya lebih gelap karena *yolk* terapung lebih dekat dengan cangkang. Perbedaan dalam penampakan ini lebih banyak disebabkan karena perubahan *yolk*. *Albumen* telur yang berkualitas baik adalah kental dan jernih. Karena kentalnya *albumen*, *yolk* tidak bisa bergerak bebas di dalamnya. Selama penyimpanan, *albumen* secara bertahap menipis, lemah dan tampak berair sehingga memungkinkan *yolk* bergerak jika telur diputar. Sebagai akibatnya *yolk* mengapung dekat dengan cangkang yang tampak sebagai bayangan gelap, oleh karenanya tampak lebih jelas dalam *candling*. Telur yang berkualitas tinggi harus tidak menunjukkan adanya perkembangan embrio yang nyata. Makin besar perkembangan embrio, makin rendah kualitas telur.

2. Dengan pemecahan

a. Kondisi *albumen*

Penentuan kualitas albumen dapat ditentukan dengan indeks putih telur dan dengan nilai Haugh Unit.

Tinggi putih telur kental

$$\text{Albumen indeks} = \frac{\text{Tinggi putih telur kental}}{\text{Rerata diameter putih telur kental}}$$

Pada telur yang baru ditelurkan, nilai indeks putih telur bervariasi bervariasi antara 0,050 dan 0,174 walaupun secara normal kisarannya 0,090 dan 0,120.

$$\text{Haugh Unit} = 100 \log (T + 7,57 - 1,7 B^{0,37})$$

Dimana T adalah tinggi putih telur kental (mm)

B adalah berat telur utuh (gram)

b. Kondisi *yolk*

Karakteristik yang menentukan kualitas *yolk* adalah warna dari *yolk*, bentuk *yolk* dan kekuatan selaput yang membungkus *yolk*. Untuk menentukan warna dari *yolk*, dapat diukur dengan menggunakan standar warna kuning telur dari Roche yang memiliki 15 seri warna dari *yolk*.

Pengukuran warna kuning telur ini perlu dilakukan untuk menunjukkan pigmentasi pada *yolk*. Bentuk *yolk* dinyatakan dengan perbandingan antara tinggi dan lebar *yolk* yang dinyatakan dengan indeks *yolk*. Indeks *yolk* yang baik berkisar antara 0,42 sampai 0,40. Kemampuan *yolk* untuk tetap utuh selama pemecahan telur menunjukkan fungsi kekuatan selaput vitelina.

$$\text{Yolk Indeks} = \frac{\text{Tinggi kuning telur}}{\text{Diameter kuning telur}}$$

PENGETAHUAN DASAR KULIT DAN HASIL IKUTAN TERNAK

PENGETAHUAN DASAR KULIT

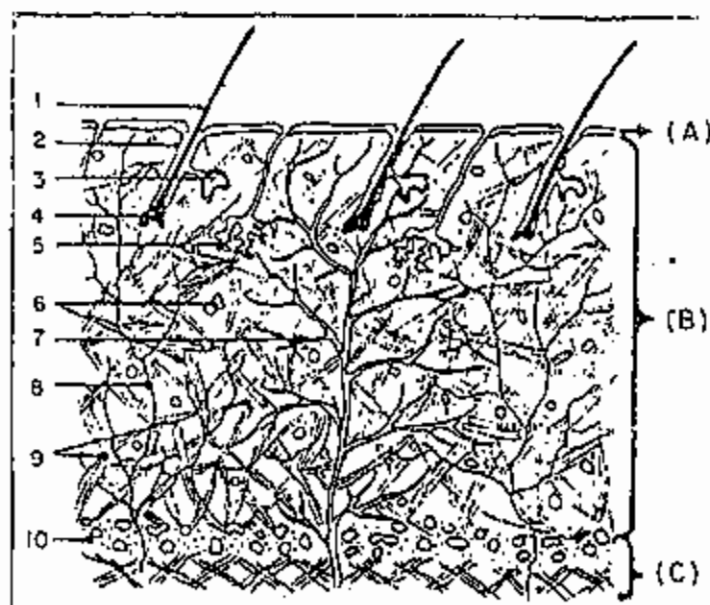
Histologi Kulit

Secara histologis kulit hewan dapat dibagi atas tiga lapisan yaitu :

1. Lapisan epidermis yang sering disebut lapisan tanduk yang sifatnya sebagai pelindung pada waktu hewan masih hidup. Pada penyamakan kulit biasanya lapisan tersebut dibuang, kecuali untuk penyamakan kulit "fur" (kulit samak bulu).
2. Lapisan korium atau cutis. Sebagian besar lapisan ini terdiri atas jaringan serat kolagen yang dibangun oleh tenunan pengikat. Jaringan serat kolagen ini tersusun secara tidak beraturan. Seratnya menuju ke segala arah dan tidak terdapat ujung pangkalnya serta bercabang-cabang. Sepotong serat kolagen sebenarnya terdiri dari serabut-serabut yang lebih kecil yang disebut fibril-fibril. Diantara fibril-fibril terdapat substansi interfibril yang merupakan semacam protein cair substansi ini larut dalam alkali. Dalam proses persiapan penyamakan substansi ini dibuang dengan maksud melonggarkan tenunan untuk memudahkan proses penyamakan. Selain kolagen, pada lapisan ini terdapat pula tenunan-tenunan daging, lemak, pembuluh darah, tenunan syaraf, serat elastin, retikulin, kantong rambut, kelenjar keringat dan kelenjar sebaceous. Lapisan korium terdiri dari dua lapisan yaitu pars papilaris dan pars retikularis. Pars papilaris sangat penting karena lapisan ini menentukan rupa dari kulit. Pada lapisan ini terdapat lapisan rajah (grain layer) yang tipis tetapi kuat merupakan batas antara lapisan epidermis dan lapisan korium. Pars retikularis sebagian besar merupakan tenunan kolagen, terdapat pula tenunan lemak, elastin dan retikulin.
3. Lapisan Subkutis. Pada hewan lapisan ini berfungsi sebagai batas antara tenunan kulit dan tenunan daging. Tenunannya bersifat longgar. Pada lapisan ini banyak terdapat tenunan lemak dan pembuluh darah. Pada

penyamakan kulit lapisan ini juga dibuang. Biasanya dimanfaatkan sebagai hasil ikutan untuk membuat lem atau rambak.

Histologi kulit hewan terlihat seperti ilustrasi. 5.



Keterangan :

- A. Epidermis
- B. Corium (dermis)
- C. Hypodermis (subcutis)

- 1. Rambut
- 2. lubang rambut
- 3. kelenjar lemak
- 4. kantung rambut
- 5. kelenjar keringat
- 6. sel lemak
- 7. pembuluh darah
- 8. syaraf
- 9. serat kolager
- 10. tenunan lemak

Gambar 5 . Ilustrasi Histologi Kulit

Komposisi Kimia Kulit

Kulit segar secara kimiawi terdiri dari air, protein, lemak dan mineral. Dari materi-materi tersebut diatas, yang sangat penting adalah protein kulit, karena materi yang lain sebagian besar atau seluruhnya dibuang dalam proses pengawetan dan penyamakan kulit. Komposisi kimia kulit segar setelah dianalisa secara kimiawi melalui approximate analysis terdiri atas 64% air, 33% protein, 0,5% lemak, 0,5% mineral dan 0,5% substansi lain seperti pigmen dan lain-lain. 33 % protein tersebut terdiri atas protein yang berbentuk (fibrillar) dan protein yang tak berbentuk (globular). Protein yang berbentuk meliputi 0,5% elastin, 29% kolagen dan 2% elastin, sedangkan

protein yang tidak berbentuk meliputi 1% albumin dan globulin serta 0,7% mucin dan mucoid.

Pada umumnya Kulit segar setelah dikeringkan kadar airnya akan turun menjadi 1 – 15%, sehingga perbandingan antara kulit segar dan kulit kering menjadi 220 –250 berbanding 100. Perbandingan tersebut umumnya digunakan sebagai patokan di dalam proses perendaman yaitu pengembalian kulit kering menjadi segar.

Protein kulit kira-kira merupakan 80% dari total berat kering kulit. Macamnya banyak dan komposisinya sangat kompleks. Protein kulit dapat dibagi dalam 2 golongan yaitu :

- a. protein yang berbentuk, diantaranya yang terpenting adalah kolagen. Juga elastin dan keratin.
- b. Protein yang tidak berbentuk, diantaranya adalah globulin dan albumin.

Protein yang berbentuk (fibrous protein)

Kolagen merupakan protein fibrous terpenting dalam teknologi kulit karena kolagen merupakan dasar susunan kulit samak. Kolagen relatif tahan terhadap enzim proteolisis, misalnya trypsin dan chymotrypsin. Ada semacam bakteri yang mengeluarkan enzim yang dapat menghidrolisis kolagen yaitu enzim kolagenase. Bakteri yang menghasilkan enzim kolagenase tersebut adalah bakteri *Clostridium histoliticum*.

Fibrous protein yang lain yaitu keratin yang fungsinya sebagai pelindung tenunan yang lebih dalam terhadap pengaruh luar. Keratin tidak larut dalam air dan garam netral. Dalam asam atau basa yang encer akan larut secara lambat sekali, sedangkan terhadap enzim proteolitik agak tahan.

Pada kulit keratin ada dua macam yaitu keratin lemak dan keratin keras. Keratin lemak adalah lapisan luar dari epidermis yang sifatnya lunak dan komposisinya lebih padat. Jumlah keratin dalam kulit sangat tergantung dari umur dan species. Pada kulit domba kira-kira terdapat 12,7 %, sedangkan pada kulit sapi kira-kira 4,55. Karakteristik dari keratin adalah

banyaknya kandungan sulfur yang merupakan jembatan-jembatan antara dua asam amino (cystein).

Elastin adalah juga fibrous protein yang membentuk serabut-serabut yang sangat elastis. Serat-serat elastin banyak terdapat dalam pembuluh darah. Dalam keadaan natif elastin berwarna kekuning-kuningan.

Protein yang tak berbentuk (globular protein)

Protein ini berfungsi sebagai semacam media bagi fibrous protein. Globular protein ini ikatan susunan molekulnya adalah lebih longgar daripada kolagen, sehingga dapat larut dalam air. Kadang-kadang globular protein berbentuk kristal. Protein ini sifatnya lebih sensitif terhadap pengaruh sekelilingnya dan mudah mengalami denaturasi protein karena pemanasan. Pada kulit ada dua macam protein globular yaitu albumin yang larut dalam air atau larutan garam encer dan globulin yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam larutan garam encer. Baik albumin maupun globulin akan terkoagulasi oleh panas dan susunan molekulnya tidak dapat ditentukan dengan pasti.

Selain kedua jenis protein tersebut dalam globular protein terdapat juga mucins dan mucoid serta senyawa sejenis yang jumlahnya kira-kira 0,7%. Senyawa-senyawa tersebut juga dihilangkan dalam proses pengawetan dan penyamakan kulit.

Seperti telah dijelaskan di atas, sebagian protein yang sangat penting adalah kolagen. Kolagen secara umum dibedakan atas :

- a. Kolagen dengan struktur strip bersilang (*Cross Striated structures*)
- b. Kolagen yang strukturnya tanpa strip bersilang (*non-cross-striated structures*).

Kolagen dengan struktur strip bersilang terdapat pada kolagen vertebrata, dan sebagian besar mamalia, sedangkan kolagen tanpa strip bersilang terdapat pada avertebrata misalnya pada cacing tanah.

Sepotong serabut kolagen terdiri dari serabut yang lebih kecil yang disebut fibril, sedangkan fibril terdiri dari serabut-serabut juga yang oleh Bear dan Schmitt bagian filamen yang paling tipis disebut foto fibril. Foto fibril

hanya dapat dilihat dengan "x-ray" analisis. Foto fibril inilah yang membawa zat-zat kimia yang penting dan merupakan konfigurasi yang membentuk struktur kolagen. Menurut Bear elemen-elemen foto fibril adalah rangkaian dari polipeptida yang berdiameter 12-17 Å⁰.

Menurut Gustavson kolagen mumi mengandung nitrogen 18,6% (pada kulit yang belum dikapur), 20 asam amino yaitu glisine,alanin, leusin,asoleusine, valine, venilalanin, tirosin, triptopan, serine, threonin, ctystine, metionin, proline, hidroxy prolin, lysine, hidroxylysine, arginine, histidin, asam aspartat, asam glutamat. Pada domba, kolagen hanya mengandung 17% nitrogen, karena mengandung lemak yang lebih tinggi dibandingkan kolagen sapi.

Sifat Mikrobiologi Kulit

Kulit merupakan produk biomassa yang mempunyai sifat-sifat hayati sehingga mudah mengalami perubahan (kerusakan) karena adanya proses lysis dan autolysis. Lysis dan autolysis kulit biasanya terjadi karena pengaruh lingkungan (sanitasi, suhu dan kelembaban) selama pengangkutan dan penyimpanan. Proses autolysis disebabkan oleh adanya aktivitas enzim yang terdapat di dalam bahan (kulit) sendiri yang disebut enzim hidrolase. Sedangkan lysis disebabkan adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri misalnya *Clostridium histoliticum* yang menghasilkan enzim kolagenase. Proses lysis atau autolysis biasanya terjadi pada kondisi yang lembab karena enzim tersebut, terutama hidrolase bekerja pada kondisi lembab dan asam.

PENGETAHUAN DASAR HASIL IKUTAN

Klasifikasi Hasil Ikutan Ternak

Hasil-hasil peternakan khususnya ternak setelah pemotongan mempunyai produk utama (*main product*) dan hasil ikutan (*side product*). Meskipun sebagai produk samping atau hasil ikutan ternyata masih dapat dimanfaatkan dan berguna untuk kepentingan manusia. Usaha memanfaatkan hasil ikutan ternak memberikan beberapa kontribusi keuntungan, antara lain yaitu :

1. meningkatkan higiene dan sanitasi lingkungan misalnya melalui pemberdayaan limbah pemotongan ternak.
2. Menimbulkan industri baru
3. Meningkatkan nilai ekonomis hasil ternak karena penjualan hasil ikutan meningkat sehingga akan meningkatkan pendapatan peternak/produsen daging.

Berdasarkan layak dan tidaknya dikonsumsi, hasil ikutan diklasifikasikan atas :

1. Hasil ikutan yang dapat dimakan (*edible*), ini meliputi otak, hati, ginjal, limpa, lidah, usus halus, lambung, ekor, darah, lemak, dan kulit
2. Hasil ikutan yang tidak dapat dimakan (*inedible*) seperti kulit, bulu, lemak, tulang, kelenjar, tanduk dan kuku.

Sedangkan secara ekonomis hasil ikutan diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu :

1. Hasil ikutan dasar, seperti, kulit, tulang, darah dan tanduk.
2. Hasil ikutan terolah, seperti gelatin, tepung tulang, tepung darah, albumen dan lain-lain.

Pemanfaatan Hasil Ikutan Ternak

Tulang

Tulang jumlahnya kira-kira 15% dari karkas (*dressed carcass*). Jumlah tersebut bervariasi tergantung dari jenis/breed, makanan, umur hewan dan

sebagainya. Pada kondisi yang baik mencapai 12% dan pada kondisi temak yang jelek sampai 30%. Tulang kambing dan domba rata-rata 20 –30% dan babi 12 –30% dari karkasnya. Komposisi tulang secara kimiawi terdiri dari 50% air dan 15% sumsum merah dan kuning. Sunsum terdiri dari 98% lebih lemak. Tulang kering yang telah bebas lemak terdiri dari bahan organik dan anorganik dengan perbandingan 1 : 2. Kolagen tulang disebut ossein merupakan bahan organik utama yang jumlahnya kira-kira 33 – 36 %. Bila dididihkan bahan organik tersebut akan menjadi gelatin. Sedangkan bahan organik terdiri dari 32,6%, calcium 15,2%, fosfor dan sejumlah kecil mineral-mineral Na, K, Cu, Co, Zn, Mn, Fe, Si dan lain-lain.

Penggunaan/pemanfaatan tulang adalah untuk dibuat gelatin, berbagai industri kancing, tangkal pisau, pupuk sebagai sumber fosfat dan tepung tulang.

Ada beberapa jenis tepung tulang yaitu :

- a. Tepung tulang mentah (*Raw bone meal*) yaitu tepung tulang yang prosesnya pembuatannya dimasak dalam jangka waktu yang lama pada suatu ketel terbuka yang diproses demikian cukup aman dan steril. Kandungan protein tepung tulang jenis ini cukup tinggi yaitu 23 – 26 %, calcium 23%, fosfor 11% dan beberapa bahan lain termasuk lemak 11%. Ossein yang hilang selama proses pemasakan sangat sedikit, sangat baik digunakan sebagai bahan makanan ternak.
- b. *Steam bone meal* yaitu tepung tulang yang proses pembuatannya menggunakan uap dengan tekanan tinggi. Pemasakan dengan cara ini membuang banyak protein dan lemak, sehingga tepung tulang jenis ini hanya mengandung 75 protein, calcium 32,5% dan fosfor 15,1%.
- c. Abu tulang yaitu hasil pembakaran tulang yang berisi 15,3 – 16,6% fosfor.

Darah

Darah sebenarnya mempunyai nilai gizi yang tinggi, tetapi tidak layak untuk dikonsumsi. Sebagian kecil dari jumlah yang tersedia kadang-kadang juga dikonsumsi, namun darah harus dalam kondisi segar dan aman/bebas dari penyakit. Penggunaan darah untuk bahan makanan secara langsung terbatas, selain karena kendala sulitnya menampung darah segar juga bertentangan dengan adat dan agama. Namun demikian darah segar juga penting untuk industri farmasi. Darah akhirnya biasanya diproses lanjut untuk dijadikan tepung darah yang merupakan salah satu bahan baku industri makanan ternak. Tepung darah mengandung protein sangat tinggi yaitu dapat mencapai 80 – 85% protein dan biasanya bebas dari lemak, serat kasar, kapur dan fosfat.

Tanduk dan Kuku

Tanduk dan kuku adalah keratin keras yang sukar dicerna dan tidak disukai sebagai bahan makanan ternak. Meskipun demikian tanduk merupakan bahan yang baik untuk pembuatan gelatin atau barang-barang kerajinan. Tanduk hewan, ukuran, warna, bentuk dan kelenkungannya bervariasi tergantung pada umur, breed, jenis kelamin dan sebagainya. Kuku hewan juga merupakan bahan untuk pembuatan gelatin. Selain itu tanduk dan kuku dapat dimanfaatkan sebagai pupuk terutama dalam bentuk tepung.

Kelenjar (glands)

Sekresi yang dihasilkan kelenjar atau glands dapat berupa hormon atau enzim. Adapun cara preservasi dan pengawetan kelenjar atau glands pasca pemotongan ternak dapat dilakukan dengan cara pembekuan, pengawetan kimiawi dan pengeringan vakum. Tabel 10. merupakan macam-macam kelenjar beserta hormon dan enzim yang dihasilkannya.

Tabel 10. Macam-macam kelenjar beserta hormon dan Enzim yang dihasilkan

Kelenjar/glands	Produk
Thyroid	Hormon thyroid Hormon calcitonin
Parathyroid	Hormon parathyroid Pengatur Ca darah Tonus sistem saraf
Adrenal/Suprarenal	Hormon steroid Epinephrine
Ovarium	Estrogen Progesteron
Testes	Hormon testosteron Enzim hyaluronidase
Thymus	Hormon thymosin
Hypophyse/pituitary	Growth Promoting Hormon Thyroidstimulating Hormon Prolactin Oxytocin
Pancreas	Hormon insulin Hormon glukagon Enzim tripsin Enzim Chymotrypsin Enzim Lipase

Selain berbagai macam hasil ikutan di atas, masih terdapat beberapa organ lain yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan di luar industri peternakan, antara lain :

- Usus halus sebagai bahan untuk benang bedah atau casing
- Hati sebagai sumber ekstrak heparin
- Kantong empedu sebagai sumber ekstrak hormon cortisone
- Paru-paru sebagai bahan untuk zat anti koagulan
- Sumsum tulang merupakan sumber kolesterol
- Perut/lambung sebagai sumber enzim rennin, pepsin, pepton dan lain-lain
- Otak sapi sebagai sumber thromboplastin.

DASAR PROSES PENGOLAHAN HASIL TERNAK

A. PENGOLAHAN DENGAN SUHU TINGGI DAN SUHU RENDAH

Prinsip Pengolahan Suhu Tinggi

Pada dasarnya proses pengolahan produk dengan suhu tinggi terkait pada beberapa hal sebagai berikut :

1. Mematikan bakteri patogen dengan cara pasteurisasi
2. Menonaktifkan enzim-enzim tertentu seperti katalase peroksidase dengan cara pengurangan kadar air bahan.
3. Pengurangan dan pembatasan air bebas sehingga pertumbuhan mikroorganisme terhambat.

Perlakuan termal merupakan metode yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme pembusuk dan toksigenik di dalam produk olahan hasil ternak.

Berdasarkan temperatur yang digunakan terdapat dua macam tipe pemanasan yaitu pemanasan sedang atau moderat dengan temperatur 58°C sampai 75°C dan pemanasan pada temperatur tinggi biasanya di atas 100°C . Perlakuan termal ada yang bertujuan untuk membunuh sebagian mikroba yang ada terutama yang patogen dan menonaktifkan mikroba yang lain. Biasanya hal ini disebut sebagai proses pasteurisasi. Sedangkan pemanasan dengan suhu di atas 100°C sering disebut sebagai usaha sterilisasi. Proses sterilisasi membunuh semua mikroorganisme membunuh semua mikroorganisme pembusuk yang potensial dan menyebabkan kerusakan sel-sel mikrobia. Selain itu pemanasan di atas temperatur pasteurisasi akan mengubah sifat fisik dan kimiawi produk sehingga akan menurunkan kelezatan produk.

Prinsip Pengolahan dengan Suhu Rendah

Mikrobia dapat diklasifikasikan atas dasar suhu optimum untuk pertumbuhannya. Pada umumnya khamir dan cendawan mampu tumbuh pada suhu yang lebih rendah daripada bakteri. Pendinginan lambat dapat merusak populasi mikrobia. Pengaruh langsung dari pembekuan dapat terlihat dari penurunan jumlah populasi yang tajam, tetapi diikuti dengan pengaruh mematikan

yang kurang drastis. Pembekuan dan pencairan yang berulang-ulang dari suatu kultur bakteri di dalam pertumbuhan vegetatif mempunyai pengaruh mematikan yang drastis. Bentuk mikrobial sangat peka terhadap perlakuan pendinginan dan pembekuan adalah sel-sel vegetatif, sedangkan dalam bentuk spora relatif lebih tahan terhadap pengaruh pembekuan.

Pengenalan Olahan Hasil Ternak dengan Suhu Tinggi :

Susu Pasteurisasi adalah susu yang telah mengalami pengolahan dengan cara pasteurisasi. Pasteurisasi adalah pemanasan pada susu dan waktu tertentu dengan tujuan membunuh semua bakteri patogen. Ada dua metode pasteurisasi yaitu : a) Pasteurisasi pada suhu tinggi dan waktu pendek atau *high temperature short time* (HTST). Temperatur yang digunakan 72°C selama 15 detik.

b) Pasteurisasi suhu rendah waktu lama atau *low temperature long time* (LTLT). Temperatur yang digunakan 61°C selama 30 menit.

Susu Sterilisasi adalah susu yang telah mengalami sterilisasi. Sterilisasi adalah pemanasan pada suhu, waktu dan tekanan tertentu. Pemanasan pada sterilisasi biasanya pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 10 detik atau pada suhu 134°C selama 1 detik. Tujuan sterilisasi adalah membunuh semua bakteri atau mikroorganisme yang tahan terhadap panas.

Susu bubuk. Ada beberapa macam susu bubuk antara lain : a) Susu bubuk penuh yaitu susu bubuk yang terbuat dari susu segar tanpa mengalami proses separasi lemak. Terdiri dari tiga mutu yaitu premium, ekstra dan standar. Kriteria mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 11. b) Susu bubuk skim, susu bubuk skim terbuat dari susu skim yang banyak mengandung protein., c) Susu bubuk krim atau susu bubuk mentega, banyak mengandung lemak.

Dendeng. Dendeng adalah suatu hasil olahan daging secara tradisional. Sebenarnya dendeng merupakan hasil olahan kombinasi antara kyuring dan pengeringan. Adapun tahapan pengolahannya meliputi pelunakan daging dengan cara pengirisan, kadang-kadang dipukul-pukul (digepuk), kyuring dan pengeringan.

Krecek dan Rambak. Krecek dan rambak terbuat dari kulit. Tahap-tahap pengolahannya meliputi perebusan, pencucian, pemotongan, pengeringan, penggorengan dan pengepakan.

Produk telur Kering. Pengawetan telur secara evaporasi yaitu metode spray atau pan drying. Albumen biasanya dilakukan secara *pan dried*, sedangkan telur penuh dan yolk secara *spray dried*. Pada proses pengeringan albumen dilakukan fermentasi dengan tujuan untuk mengurangi kadar gula. Fermentasi dapat dilakukan pada suhu 20°C sampai 29,4°C selama 36 sampai 60 jam, sehingga pH albumen turun menjadi 6,25. Proses fermentasi menggunakan bakteri *Acromobacter aerogenes* atau bakteri *Escherichia freundii*. Proses pengeringan dengan *pan drying* pada suhu 50°C-60°C selama 8 sampai 20 jam dengan ketebalan maksimal 6 mm. Pembuatan tepung telur penuh dan yolk dilakukan secara *spray drying*.

Tabel 11. Standart mutu beberapa jenis Susu Bubuk.

Komponen	susu penuh			susu skim			susu krim			
	Kering spray			spray			silindris		silindris/spray	
	P	E	S	P	E	S	E	S	E	S ¹⁾
Lemak (%) max	26	26	26	1,25	1,51	1,25	1,25	1,50	4,5	4,5
Air (%)	2,25	2,5	3	4	5	4,5	4	5	4	5
Kéasaman (%) max	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20
Total Bakteri Per gram(dalam ribuan)	30	50	100	50	100	35	50	100	50	200

¹⁾ P = premium, E = extra, S = standar

Sumber : Lampert, 1970

Pengenalan Olahan Hasil Ternak dengan Suhu Rendah :

Es krim. Es krim dibuat dari bahan-bahan utama yang terdiri dari lemak, susu, gula, bahan padat bukan lemak, zat penstabil dan kuning telur. Proses utama dalam pembuatannya yaitu pembekuan. Es krim mempunyai tekstur yang halus karena proses whipping stirring selama proses pembekuan. Tahapan pembuatan es krim adalah tahap pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi dan pendinginan.

Daging beku. Temperatur pembekuan dibawah -18°C . Syarat daging beku yang baik daging harus berasal dari ternak yang sehat, darah tuntas keluar sewaktu pemotongan, chilling, pelayuan yang dibatasi dan proteksi karkas yang baik.

Telur beku. Pembekuan telur dilakukan pada suhu -18°C sampai -21°C . Penurunan suhu setiap $1,0^{\circ}\text{C}$ selama setengah jam. Metode pembekuan cepat biasanya dilakukan pada suhu $-23,3^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $-28,9^{\circ}\text{C}$ atau -40°C sampai $-45,6^{\circ}\text{C}$. Telur sebelum dibekukan dapat dilakukan pengepakan atau dimasukkan ke dalam wadah aluminium.

B. PENGOLAHAN DENGAN BAHAN PENGAWET

Prinsip Pengolahan dengan Bahan Pengawet

Bahan pengawet adalah suatu bahan yang sengaja ditambahkan pada bahan pangan untuk mencegah kerusakan atau kebusukan bahan pangan. Bahan pengawet untuk pangan harus tergolong dalam *generally Recognized as safe* (GRAS), yang maksudnya aman bagi manusia. Misalnya nitrit mempunyai sifat karsinogenik (menyebabkan penyakit kanker) sehingga dosis yang digunakan untuk bahan pangan hanya 150 ppm. Sulfit dapat menimbulkan alergi pada penderita asma sehingga penderita asma tidak boleh mengkonsumsi pangan yang telah diawetkan dengan sulfit.

Bahan pengawet pangan yang ideal untuk kepentingan manusia mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. tidak spesifik, artinya sifat mikroba berspektrum luas
2. termasuk golongan bahan pengawet GRAS
3. Ekonomis (murah dan mudah diperoleh)
4. Tidak berpengaruh terhadap citarasa
5. Tidak berkurang aktivitasnya selama penyimpanan.
6. Tidak menimbulkan strain (galur) yang resisten dan
7. Lebih efektif yang bersifat mematikan (lethal/mikosidal) daripada hanya menghambat pertumbuhan (non-lethal/mikostatik)

Reaksi dan cara kerja bahan pengawet terhadap sel mikroba adalah secara fisis, kimia maupun kombinasi fisis dan kimia. Reaksi fisis, misalnya penambahan gula. Gula mempunyai tekanan osmosis yang tinggi sehingga menyebabkan air sel keluar (dehidrasi).

Reaksi kimia, misalnya penambahan asam benzoat. Sedangkan reaksi kombinasi fisis dan kimia, misalnya penambahan garam dapur (NaCl).

Beberapa jenis bahan pengawet yang sering digunakan dalam bahan pangan, antara lain :

1. Asam-asam organik

a. Asam-asam organik dapat ditambahkan dalam bahan pangan dengan tujuan untuk pengawetan dan memperbaiki rasa, mengatur keasaman (pH, stabilisasi warna dan mengikat logam. Asam-asam organik yang sering ditambahkan dengan sengaja dalam bahan pangan antara lain asam asetat, asam laktat dan asam sitrat. Biasanya bahan pengawet ini ditambahkan dalam jumlah (dosis) yang cukup besar yaitu lebih dari 1%. Asam organik dapat diperoleh dari fermentasi. Misalnya fermentasi asam cuka (asam asetat) dan alkohol oleh bakteri *Acetobacter aceti*. Fermentasi asam laktat oleh bakteri-bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sering digunakan dalam pembuatan yogurt (susu asam).

b. Asam-asam organik dapat ditambahkan dalam bahan pangan dengan tujuan khusus sebagai bahan pengawet. Penggunaan asam organik untuk tujuan ini hanya didasarkan atas sifat antimikrobanya yang sangat kuat. Asam-asam organik ini disebut asam liofilat. Termasuk asam-asam ini adalah asam benzoat,

asam sorbat dan asam propionat. Dalam pengawetan bahan pangan jumlah asam liofilat yang ditambahkan berkisar 0,05-0,1% karena apabila terlalu banyak dapat mengubah citarasa bahan pangan tersebut. Mekanisme kerja asam liofilat terhadap kematian mikroba dapat digambarkan sebagai berikut .

Asam liofilat (HA) yang berada di luar sel akan masuk menembus membrane sitoplasma. Di dalam sel, HA akan berdisosiasi menjadi H dan A. Selanjutnya H akan dikeluarkan dari sel dengan menggunakan energi yang berupa adenosine triphosphat (ATP). Jadi semakin banyak H maka semakin kekurangan ATP sehingga mikroba tidak dapat tumbuh.

Apabila asam liofilat berada dalam lingkungan pH rendah sifat disosiasinya menjadi tinggi sehingga sangat efektif apabila digunakan untuk mengawetkan bahan pangan yang mempunyai nilai pH rendah. Berikut ini akan diuraikan beberapa sifat asam-asam organik.

a. Asam Benzoat (C_6H_5COOH)

- o efektif pada bahan pangan yang mempunyai nilai pH 2,5 – 4,0 pada pH 4,0 sebanyak 60% asam benzoat undisosiasi; pada pH 6,0 sebanyak 1,5% asam benzoat undisosiasi;
- o bersifat fungistatik, yaitu menghambat pertumbuhan fungi (kapang dan Khamir)

b. Asam sorbat ($CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH$)

- o bersifat fungistatik
- o efektif pada pH di bawah 6,0; pada pH 4,0 sebanyak 86% asam sorbat undisosiasi; pada pH 6,0 sebanyak 6% asam sorbat undisosiasi
- o beberapa bakteri yang dapat dihambat oleh asam sorbat adalah *Salmonella*, *Staphylococcus* dan *Streptococcus*.

c. Asam Propionat (CH_3-CH_2-COOH)

- o bersifat fungistatik terhadap kapang
- o sering digunakan untuk pengawetan roti
- o efektif pada pH di bawah 6,0; pada pH 4,0 sebanyak 80% asampropionat undisosiasi; pada pH 6,0 sebanyak 6,7% asam propionat undisosiasi.

2. Grup Sulfit (biasanya dalam bentuk garam natrium atau kalium)

Sulfit sering digunakan dalam industri pengeringan buah-buahan, sayuran dan industri anggur, yaitu untuk mengurangi mikroba kontaminan bahan mentah serta untuk sanitasi peralatan.

Sulfit yang sering digunakan adalah sulfur dioksida (SO_2), sulfit (SO_3^{2-}) dan bisulfit (H_2SO_3). Adapun mekanisme kerja sulfit sebagai berikut :

- Komponen pereduksi (sulfit) mengurangi oksigen dalam bahan pangan sehingga mengakibatkan pertumbuhan mikroba aerob terhambat.
- Sulfit akan mereduksi ikatan disulfida pada asam amino (protein/enzim) sehingga mengganggu kerja enzim mikroba
- Sulfit akan mencegah reaksi kecolatan enzimatis sehingga produk lebih putih karena enzim penyebab kecoklatan tereduksi.

3. Nitrat dan Nitrit

Nitrat yang ditambahkan dalam bahan pangan sedikit demi sedikit akan direduksi menjadi nitrit. Jumlah yang diberikan (direkomendasikan) untuk pengawetan adalah 150 ppm. Nitrit sering digunakan untuk mengawetkan daging, yaitu berguna untuk stabilisasi warna daging. Reaksi nitrit terhadap daging adalah sebagai berikut.



Senyawa dalam daging

nitrosamin

(bersifat karsinogenik)

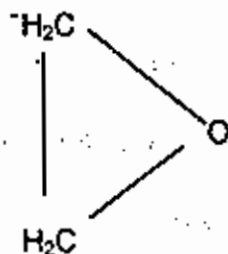
Tujuan Penggunaan nitrit pada daging :

- Membentuk warna merah yang stabil
- Mencegah geminasi spora *Clostridium botulinum* (antibotulinum O dan
- Membentuk cita rasa.

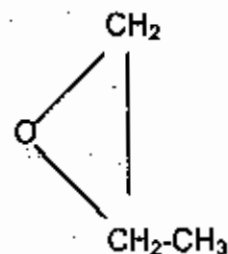
Sifat-sifat nitrit sebagai bahan pengawet antara lain :

- Nitrit yang ditambahkan dalam bahan pangan sebelum bahan tersebut dipanaskan terlebih dahulu selanjutnya ditambahkan nitrit. Proses ini dikenal dengan istilah faktor perigo;
- Selama penyimpanan mengakibatkan konsentrasi nitrit semakin menurun
- Sifat anti-botulinum nitrit tidak dipengaruhi oleh pH, kandungan garam, suhu inkubasi dan jumlah spora *Clostridium botulinum*.

4. Etilen dan propilen Oksida

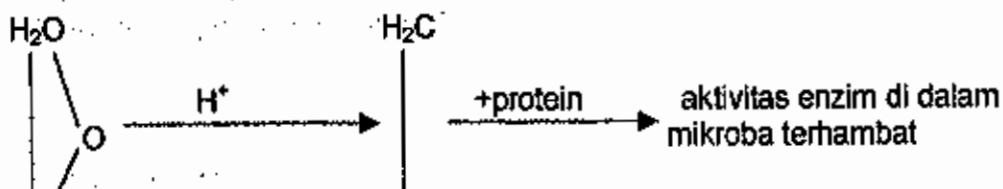


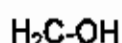
Etilen oksida



propilen oksida

Aplikasi penggunaan etilen dan propilen adalah untuk sterilisasi suhu rendah (*cold sterilization*). Misalnya untuk sterilisasi alat-alat plastik, sterilisasi rempah-rempah. Rempah-rempah sering disterilisasi suhu rendah sebab apabila disterilisasi menggunakan panas akan mengakibatkan senyawa-senyawa yang bersifat volatil lebih banyak yang rusak (menguap). Adapun mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut :





Radikal bebas

5. Gula dan Garam

Pengaruh gula dan garam terhadap mikroba adalah :

- Mampu mengikat air sehingga menurunkan aw pangan. Di samping itu juga menyerap/mengikat air mikroba sehingga sel mikroba mengkerut;
- Meningkatkan tekanan osmosis sehingga sel mikroba mengalami plasmolisis (kehilangan air)

Sifat garam (NaCl) sebagai berikut :

- NaCl dapat berdisosiasi menjadi Na^+ dan Cl^- dimana Cl^- yang berlebihan merupakan senyawa beracun bagi mikroba.
- Menurunkan kelarutan oksigen dalam air sehingga dapat menghambat mikroba aerob dan menghambat reaksi kecoklatan (*browning reaction*) pada pangan.
- Mengakibatkan denaturasi protein sehingga protein (enzim) mikroba menjadi inaktif.
- Sel menjadi lebih sensitif terhadap karbondioksida.

Beberapa mikroba dapat mentolerir NaCl sampai kadar tertentu. Tabel 12. berikut ini menggambarkan kemampuan setiap jenis mikroba mentolerir NaCl sampai batas-batas tertentu.

Tabel 12 . Kemampuan setiap Jenis Mikroba untuk mentolerir NaCl

Nama Grup	Nama mikroba	% NaCl yang ditolerir
Non Halofilik	<i>Spirillum serpens</i>	0 – 1
	<i>Escherichia coli</i>	0 – 4
Mikroba laut	<i>Alteromonas haloplankis</i>	0,2 – 5
	<i>Pseudomonas marina</i>	0,1 – 5
Halofilik moderat	<i>Micrococcus halodenitrificans</i>	2,3 – 20,5
	<i>Vibrio costicolus</i>	2,3 – 20,5
Halofilik kuat	<i>Halobacterium salinarium</i>	12 – 36
	<i>Sarcina morrhuae</i>	5 – 36

6. Alkohol

Alkohol yang dapat digunakan untuk mematikan mikroba adalah :

- Etanol (etil alkohol/alkohol), dapat menyebabkan koagulasi dan denaturasi protein. Etanol 70-95% bersifat germisidal (mematikan mikroba). Bir dan anggur ringan mempunyai kadar etanol rendah sehingga tidak cukup untuk mengawetkan. Minuman keras mempunyai kadar etanol tinggi sehingga cukup awet.
- Metanol, meskipun bahan ini dapat digunakan sebagai pengawet namun karena bisa meracuni (beracun) maka tidak digunakan untuk pengawetan pangan.
- Gliserol, mempunyai sifat mengikat air sehingga dapat menurunkan a_w pangan.
- Propilen Glikol, bersifat menghambat kapang.

7. Antibiotika

- Oksitetrasiklin dan khlorotetrasiklin bersifat mengikat logam sehingga mikroba kekurangan logam (mineral) yang berakibat menghambat pertumbuhan mikroba. Antibiotika ini apabila digunakan untuk mengawetkan daging/ikan biasanya dikombinasi dengan pendinginan sehingga bakteri yang kurang toleran terhadap suhu rendah (*Proteus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*) terhambat pertumbuhannya.
- Nisin digunakan untuk pengawetan roti dan keju

8. Asap kayu

Tujuan penggunaan asap kayu dalam pengolahan pangan adalah pengawetan, menambah cita rasa, memperbaiki warna, dan mengempukkan (misalnya pada pengasapan daging/ikan).

Komponen asap mengandung berbagai senyawa volatil yang bersifat bakterisidal (mematikan bakteri). Senyawa-senyawa volatil yang terkandung pada asap tergantung dari jenis kayunya. Komponen-komponen asap yang bersifat bakterisidal, antara lain formaldehid, fenol, asam format, asam kaproat, keton, asetal dehid, guakinol, katekhol, metil-katekhol dan pirigalol.

9. Bumbu (rempah-rempah)

rempah-rempah (bumbu) pada umumnya mengandung minyak esensial yang bersifat sebagai pengawet, misalnya :

- a. Cengkeh, mengandung aldehid sinamat dan eugenol dan bersifat bakteristatik.
- b. Bawang Merah dan Bawang Putih, mengandung akrolein yang bersifat bakteristatik (menghambat *Bacillus subtilis* dan *Escheria coli*).
- c. Kunyit, mengandung kurkumin yang bersifat menghambat bakteri gram positif berbentuk batang.
- d. Lada hitam dan lada putih mengandung senyawa-senyawa tertentu yang dapat merangsang pertumbuhan kapang dan khamir amilolitik. Lada hitam dan Lada putih sering digunakan dalam pembuatan ragi tape.

C. PENGOLAHAN SECARA FERMENTASI

Fermentasi merupakan salah satu pengolahan/pengawetan pangan dengan mempergunakan mikroba yang bermanfaat. Prinsipnya mikroba yang ditambahkan (diinokulasikan) akan menghasilkan enzim yang akan mengurai senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa sederhana ini yang nantinya akan menghambat pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan

PENGERTIAN FERMENTASI

Fermentasi mempunyai beberapa pengertian. Menurut bahasa *ferment* berarti "mendidih" atau "memuai". Hal ini disebabkan pada proses fermentasi sering dihasilkan gelembung-gelembung gas seperti pada air mendidih. Pengertian fermentasi adalah :

Fermentasi : Oksidasi karbohidrat secara anaerob atau anaerob sebagian (Desrosier, 1988).

Fermentasi : Oksidasi anaerob suatu komponen oleh enzim mikroba dan menghasilkan energi/panas (Fardiaz, 1989).

Proses fermentasi tergantung banyak faktor, yaitu substrat, mikroba inokulan (starter) dan produk yang dihasilkan.

Dengan demikian ciri-ciri fermentasi adalah :

- Dilakukan oleh enzim mikroba.
- Substrat utama adalah bahan organik (karbohidrat), kadang-kadang juga protein dan lemak.
- Kondisi fermentasi anaerob atau anaerob sebagian.
- Dihasilkan senyawa yang lebih sederhana misal pada fermentasi yogurt, laktosa susu diubah menjadi asam laktat.
- dibebaskan panas (energi)
- Kadang-kadang dihasilkan gas (CO_2) misal pada fermentasi gula sederhana menjadi etanol dan CO_2 .

PENGENDALIAN FERMENTASI

Proses fermentasi dapat terjadi apabila ada substrat, mikroba inokulan (starter) yang sesuai dan faktor-faktor lain terpenuhi. Faktor-faktor pengendali fermentasi adalah :

1. Sumber energi

Sumber energi utama yang tersedia adalah karbohidrat (pati, gula). Kondisi ini akan lebih baik apabila karbohidratnya dalam kondisi terlarut. Misal fermentasi laktosa (gula) susu oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat (pada yogurt).

2. Penyediaan Oksigen.

Umumnya fermentasi membutuhkan oksigen rendah, misalnya Khamir *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) dan *S. ellipsoideus* (ragi anggur) pada kondisi :

- Oksigen tinggi \longrightarrow produksi sel khamir tinggi
- Oksigen rendah \longrightarrow produksi etanol tinggi.

3. Suhu

Suhu optimum mikroba inokulan (starter) yang sesuai, maka mikroba tumbuh dengan baik dan produk fermentasinya juga tinggi, misal bakteri :

- *Streptococcus lactis*, suhu optimum 70°F (21,1°C)
- *Lactobacillus bulgaricus*, suhu optimum 100°F (37,8°C)
- *Lactobacillus thermophilus*, suhu optimum 150°F (65,6°C)

4. NaCl dan bumbu (rempah)

NaCl dan bumbu (rempah) merupakan penyeleksi (penghambat) terhadap mikroba tertentu, sehingga starter yang diinginkan tetap tumbuh, tetapi mikroba lain yang tidak diinginkan terhambat pertumbuhannya, misal :

- Konsentrasi NaCl 2,5% menyebabkan bakteri proteolitik (pembusuk) terhambat.
- Konsentrasi NaCl 10-18% menyebabkan bakteri proteolitik terhambat, tetapi bakteri asam laktat tetap toleran.

Prinsip penambahan garam ini sering digunakan untuk fermentasi alami (spontan) misalnya, petis daging, pikel daging (daging asam), dan acar (sayur asam).

5. Asam/pH.

Asam yang dihasilkan oleh mikroba pada proses fermentasi akan menurunkan pH, yang selanjutnya menghambat mikroba yang lain.

6. Etanol (alkohol)

Etanol (alkohol) yang terbentuk, misalnya pada fermentasi anggur oleh khamir dapat menghambat bakteri, tetapi apabila konsentrasi etanol telah mencapai 12-15% akan menghambat khamirnya sendiri.

7. Mikroba inokulan (Starter)

Starter sangat berpengaruh terhadap proses fermentasi memberi faktor-faktor yang mempengaruhi :

- Jenis spesies/strain starter.
- Kemurnian (tidak tercampur dengan mikroba yang tidak diinginkan)
- Populasi mikroba (populasi mikroba tinggi, proses fermentasi cepat)

AKIBAT FERMENTASI

Fermentasi bahan pangan oleh mikroba mempunyai beberapa akibat, yaitu:

1. Perubahan sifat fisik dan kimia pangan
 - pelunakan (fermentasi tape)
 - Penggumpalan (fermentasi yogurt, keju, dadih).
 - Perubahan kimia (produksi etanol, asam, CO₂).
2. Lebih awet, karena senyawa kimia yang dihasilkan akan menghambat mikroba lain.
3. Nilai gizi meningkat, akibat dihasilkan senyawa sederhana yang mudah dicerna.
4. Nilai ekonomis meningkat, akibat harga jual produk fermentasi yang lebih mahal.
5. Sebagai makanan kesehatan karena mengandung mikroba bermanfaat.

CONTOH PRODUK FERMENTASI HASIL TERNAK

1. Keju, hasil fermentasi susu pasteurisasi menjadi gumpalan oleh bakteri *Streptococcus lactis*.
2. Yogurt, hasil fermentasi susu pasteurisasi menjadi susu asam oleh bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*.
3. Kefir, hasil fermentasi susu pasteurisasi oleh bakteri asam laktat (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*) dan khamir (*Candida* , *Kluyveromyces fragillis*).
4. Dadih, penggumpalan susu kerbau yang disimpan dalam bambu bumbung (*Gigantocloa verticillata*) di Sumatra barat, yang merupakan fermentasi alami spontan.

5. Produk lainnya adalah petis, kecap ikan, trasi, sosis, pikei daging.

D. PENGOLAHAN DENGAN IRADIASI

Pengertian iradiasi adalah proses penyinaran daging untuk menonaktifkan mikroorganisme perusak dan organisme lain dalam bahan pangan. Sering juga disebut sterilisasi dingin. Iradiasi berasal dari sinar yang dipanaskan dari radioaktif yang terdiri dari beberapa panjang gelombang yang sangat pendek sampai gelombang yang sangat panjang. Proses tersebut menggunakan radiasi berenergi tinggi yang dapat menimbulkan ionisasi pada bahan yang dilaluinya sehingga disebut radiasi pengion. Radiasi pengion tersebut dapat merusak mikroba dalam suatu proses sterilisasi dingin.

Prinsip Iradiasi

Prinsip pengawetan bahan pangan dengan iradiasi adalah berdasarkan perbedaan kepekaan terhadap radiasi pengion dari senyawa atau polutan penyebab terjadinya pembusukan dengan komponen lain. Radiasi pengion dapat menyebabkan eksitasi dan ionisasi molekul pada bahan makanan. Adapun prinsip pengolahan bahan pangan dengan iradiasi dapat dilihat pada ilustrasi 6. Radiasi pengion adalah pancaran partikel sub atom gelombang elektromagnetik yang terinteraksi dengan benda atau materi dapat menimbulkan eksitasi, ionisasi dan perubahan kimia. Eksitasi adalah suatu keadaan dimana sel hidup dalam keadaan peka terhadap pengaruh dari luar, sedangkan ionisasi merupakan proses penguraian senyawa kompleks atau makro molekul menjadi fraksi atau ion radikal bebas. Perubahan kimia adalah perubahan yang timbul akibat eksitasi ionisasi dan reaksi kimia yang terjadi baik pada saat berlangsungnya proses atau sesudahnya. Perubahan kimia terjadi dalam sel hidup yang terkena radiasi. Sintesa DNA pada sel mikrobial akan terhambat dan berakibat terganggunya proses pembelahan sel atau kehidupan normal pada sel.

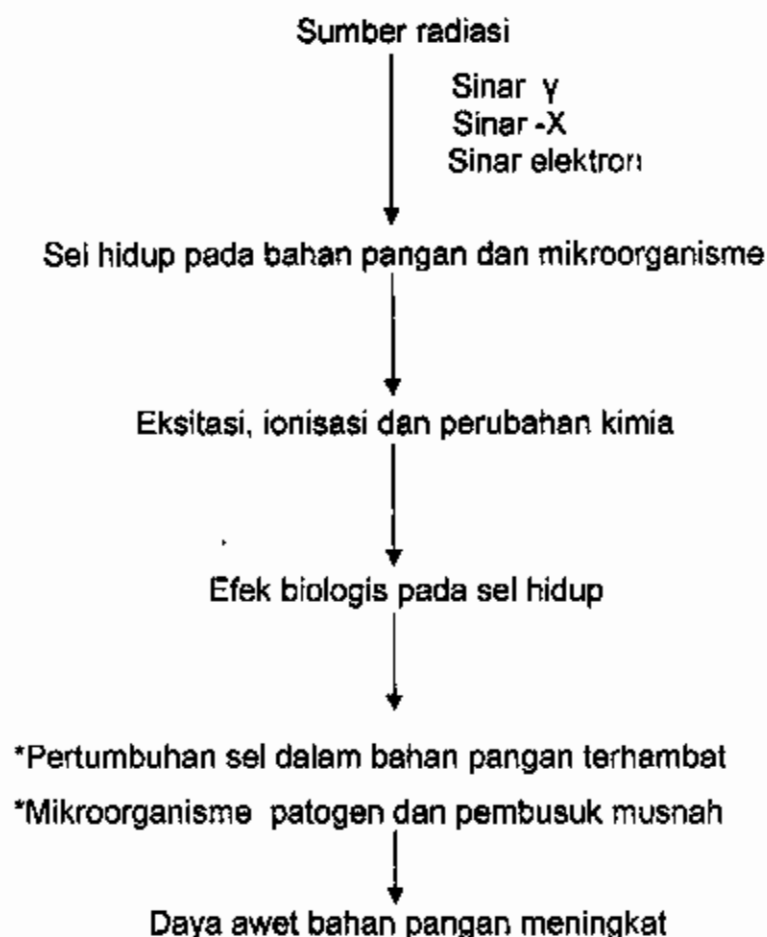
Jenis Radiasi

Persyaratan yang harus dipenuhi adalah bahwa radiasi yang digunakan tidak boleh menyebabkan terbentuknya senyawa radioaktif pada bahan pangan. Sumber radiasi yang sering digunakan adalah sinar γ Co-60 dengan energi foton sebesar 1,117 dan 1,33 Mev (mega elektron volt) dan Cesium – 137 dan energi foton sebesar 0,66 Mev (Swallow, 1977). Dosis penggunaan iradiasi disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan penggunaan iradiasi. Berdasarkan hasil penelitian Tabel 12. berikut adalah dosis penggunaan iradiasi untuk berbagai tujuan pengawetan dan pengolahan bahan pangan.

Aplikasi dan Contoh Hasil Olahan Iradiasi

Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan penggunaan teknologi iradiasi antara lain :

1. Tidak memerlukan suhu tinggi
2. Iradiasi dapat membunuh mikroorganisme patogen dalam bahan pangan dalam dosis 2 KgY.
3. bahan pangan dalam keadaan segar karena tidak terjadi perubahan suhu.
4. Proses dapat berlangsung terus dan kontinyu



Ilustrasi 6 . Prinsip Pengolahan dengan teknologi iradiasi

Tabel. 12 . Penggunaan Dosis Iradiasi untuk Berbagai Tujuan Pengawetan dan Pengolahan Bahan Pangan.

Tujuan Pengawetan	Dosis (KgY)
Parasit daging segar	0,10 – 3,00
Menghambat pertumbuhan umbi-umbian	0,10 – 3,00
Menghambat kematangan buah-buahan	0,10 – 0,12
Menghilangkan serangga (difestasi)	0,20 – 0,80
Radurisasi (pasteurisasi)	1,00 – 5,00
Menghilangkan bakteri/ mikroorganisme patogen (radisidasi)	1,00 – 10,00
Sterilisasi (radapertisasi)	10,00 – 60,00

Selain itu penggunaan radiasi mempunyai beberapa efek positif yaitu memperbaiki mutu bahan pangan, memperbaiki higiene bahan pangan, menurunkan residu zat kimia pada bahan pangan, tidak menyebabkan perubahan suhu dan tekanan, daya tembus sinar tinggi sehingga efek penetrasi sinar merata ke seluruh bagian bahan.

Namun demikian aplikasi teknologi iradiasi memerlukan keterbatasan untuk diterapkan antara lain yaitu fasilitas iradiasi memerlukan modal awal yang tinggi sehingga penggunaan terbatas untuk skala industri besar, khusus untuk bahan pengemas dari gelas dapat mengalami perubahan warna menjadi gelap karena iradiasi. Di samping itu perlakuan suhu tinggi tidak dianjurkan untuk proses iradiasi karena menyebabkan perubahan warna dan rasa yang tidak disukai dan Virus dari bahan pangan sukar untuk dihilangkan dengan iradiasi sebab virus bersifat resisten terhadap radiasi.

Peraturan Menteri Kesehatan tahun 1995 menyebutkan bahwa iradiasi merupakan teknologi baru di dalam pengawetan bahan pangan yang mampu untuk memperpanjang daya simpan. Contoh bahan pangan yang diiradiasi misalnya daging beku, udang beku dan daging unggas beku.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1984. Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu. Edisi kedua. Andi offset. Yogyakarta.
- Agustini, R. 1981. Dasar-Dasar Teknologi Kulit. Diktat Kuliah. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Agustini, S dan B, Dwiloka,. 1989. Dasar Dasar Teknologi Hasil Ikutan Ternak. Diktat Kuliah. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Anonim, 1964. Egg Grading Manual Agriculture Hand Book No. 75. U.S. Departement of Agriculture. Washington D.C.
- Board, R.G. 1977. The Mikrobiology of Eggs. Dalam Stadelman, W. J. dan O.J. Cotterill, 1977. Egg Science and Technology. The Avi Publising Company Inc., West Port, Connecticut.
- Card, L.E., dan M.C. Nesheim. 1973. Poultry Production (11 th ed.) McGraw-Hill Book Company. New York.
- Desrisier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta (terjemahan oleh M. Mulyohardjo)
- Eckless, C.H., W.H. Combs and H. Macy. 1957. Milk and Milk Produtcs.Mc. Graw. Hill Publishing Co. Ltd. Bombay. New Delhi.
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor
- Forest, J.C.E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge dan R.A. Merkel. 1975. Principles of Meat Science. W.H. Freeman and Company San Francisco.
- Gustavson, K.H. 1956. The Chemistry and Reaktivty of Collagen. Academic Press. Inc. New York.
- Hadiwiyoto, S. 1982. Tehnik Uji Mutu Susu dan Hasil Olahannya. Liberty. Yogyakarta.
- Judge, M.D., E.D. Aberle, E.D.Forrest, J.C., Hedrick, H.B. and R.A. Merkel. 1989. Principles of Meat Science, Kendall/Hunt. Publishing Co. Dubuque, Iowa.
- Lampert, L.M. 1975. Modern Dairy Product Chemical Publishing Company, Inc. New York.

- Lawrie, R.A. 1985. *Meat Science*, 4th Ed., Pergamon Press.
- Maha, M. 1982. prospek Penggunaan Tenaga Nuklir dalam bidang Teknologi Pangan, Bull. BATAN'III (20 : 19 - 28)
- Maha, M. 1985. *Prospek Penggunaan Pangan dengan Iradiasi*. PAIR. BATAN. Jakarta.
- Maha, M. 1988. *Keamanan Bahan Pangan yang Diawetkan dengan Iradiasi*. Paper Project. PAIR/P. No. 322. BATAN, Jakarta.
- Mann, L. 1987. *The Utilization of Animal By-Products*. FAO. Romes.
- Nurwantoro dan A.S., Djarjah. 1997. *Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Orr, H.L. and D.A Fletcher. 1973. *Eggs and Egg Products*. Canada Departement of Agriculture. Ottawa.
- Romanoff, A.L dan A.J. Romanoff .1963. *The Avian Egg*. John Willey and Sons, Inc, New York.
- Sharphouse, J.H. 1983. *Leather technicians Handbook*. Leather Producer. Association Northampton.
- Sofyan, R. 1985. *Suatu Tinjauan tentang Efek Kimia Iradiasi pada Komponen Utama Bahan Makanan*. PAIR. BATAN. Jakarta.
- Soeparno. 1991. *Ilmu Otot dan Daging*. Program Pasca Sarjana. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Soeparno. 1998. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Cetakan III. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soeparno, Indratiningsih, S. Triatmojo dan Rihastuti. 2000. *Dasar Teknologi Hasil Ternak*. Jurusan Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Solomon, S.E. 1990, *Egg and Egg Shell Quality*. Wolfe Publising Ltd. England.

Stadelman, W. J. dan O.J. Cotterill, 1977. **Egg Science and Technology**. The Avi Publishing Company Inc., West Port, Connecticut.

The editor of Time-Life Books, 1982. **The Good Cook, Eggs and Chese**. Time-Life Books, Amsterdam.

Wiramo, F. G., S. Fardiaz. **Pengantar Teknologi Penanganan Peternakan**. Gramedia. Jakarta.