

DAGING

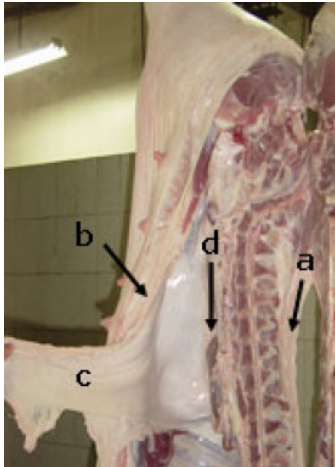
Daging dikonsumsi oleh nenek moyang manusia pertama kali sekitar dua juta tahun yang lalu. Sebelumnya, manusia purba sangat bergantung pada bahan pangan nabati. Ketika terjadi perubahan suhu yang drastis di daratan Afrika semua vegetasi yang menjadi sumber bahan pangan musnah, maka mereka mulai memanfaatkan karkas binatang untuk bertahan hidup. Konsumsi daging di kemudian hari memungkinkan manusia purba untuk melakukan migrasi dari Afrika ke tempat yang lebih dingin seperti Asia dan Eropa (McGee, 2004).

Dibandingkan dengan bahan pangan nabati, daging merupakan bahan pangan yang kaya nutrisi, dan menghasilkan energi yang lebih tinggi. Daging banyak dikonsumsi sebagai sumber protein, yang merupakan komponen gizi yang berperan dalam pembentukan jaringan tubuh. Selain itu daging juga mengandung sejumlah senyawa lain seperti mineral Fe dan vitamin B yang sangat dibutuhkan oleh tubuh.

Hewan yang umumnya diambil dagingnya untuk dikonsumsi adalah hewan ternak, seperti sapi, babi, kambing, domba, dan kerbau. Namun di beberapa negara sumber daging juga berasal dari hewan seperti unta, yak, kangguru, rusa, kuda dan juga reptil. Dalam pengertian yang lebih luas, daging juga meliputi bagian dari unggas dan ikan.

Daging dapat diartikan sebagai jaringan otot dari hewan yang telah disembelih^[1] dan telah mengalami perubahan post-mortem. Ada pula yang mendefinisikan bahwa daging adalah sekumpulan otot dari karkas hewan. Karkas adalah bagian tubuh ternak yang telah disembelih, dikuliti dan dihilangkan bagian isi perut serta kepala dan bagian kaki bawahnya. Daging merupakan bagian dari karkas, namun tidak termasuk lemak (yang terdapat di bawah kulit maupun yang melindungi organ dalam), yang juga sering disebut dengan *lean meat*. Proporsi *lean meat* dari

karkas berbeda-beda pada setiap jenis ternak, 35% pada sapi, 45% pada babi, 38% pada sapi muda (*veal*), dan 35% pada domba [2].



Gambar 1. Karkas pada babi dengan *backfat* (a), *belly* (b), *leaf fat* (c), dan *kidney fat* (d)[2]

Komposisi Kimiawi dan Struktur Daging

Secara umum daging ternak terdiri atas 20% protein, 8% lemak, 1-2% karbohidrat (dalam bentuk glikogen), 1% abu dan 70% air. Namun komposisi antar jenis ternak dapat berbeda-beda satu sama lainnya, seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi daging dari berbagai spesies ternak

Species	Komposisi (%)			
	Air	Protein	Lemak	Abu
Sapi	70-73	20-22	4-8	1,0
Babi	68-70	19-20	9-11	1,4
Domba	73	20	5-6	1,6

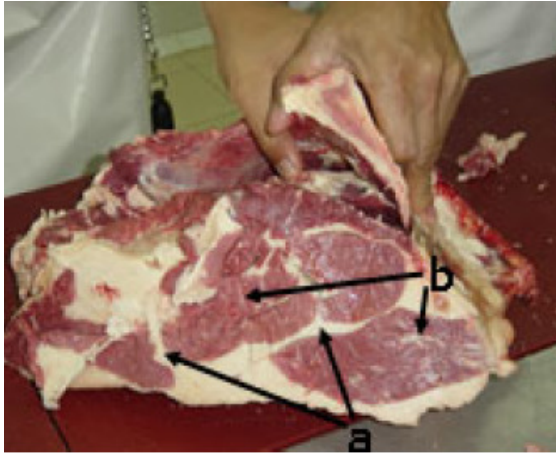
Protein merupakan senyawa nutrisi utama yang terdapat dalam daging. Protein pada *lean meat* berkisar antara 20- 22% yang terbagi atas 13% protein myofibrillar (larut garam), 7% protein sarkoplasma (larut air atau larut dalam garam dengan konsentrasi rendah), dan sekitar 2% protein struktural seperti jaringan ikat (*connective tissue* – yang tidak larut dalam air maupun garam) [2].

Protein myofibrillar merupakan protein serabut yang berhubungan dengan otot relaksasi. Protein ini sebagian besar terdiri atas myosin dan actin, serta sebagian kecil tropomyosin, troponin, dan actinin. Actin dan myosin dikenal juga sebagai myofillaments, dan berperan dalam kontraksi dan relaksasi otot [2].

Albumin dan globulin merupakan protein sarkoplasma yang utama, yaitu sekitar 90% dari total portein sarkoplasma. Albumin merupakan portein larut air, sedangkan globulin dapat larut dalam larutan garam encer dan tidak larut dalam air. Myoglobin dan haemoglobin yang berperan memberikan warna pada daging merupakan protein-protein globulin yang sangat penting. Protein sarkoplasma berperan penting dalam metabolisme sel hewan. Collagen merupakan jenis protein yang paling utama dari kelompok jaringan ikat, dimana proporsinya berkisar antara 40 – 60%. Selain itu juga terdapat tropocollagen dan elastin (sekitar 10%) [2].

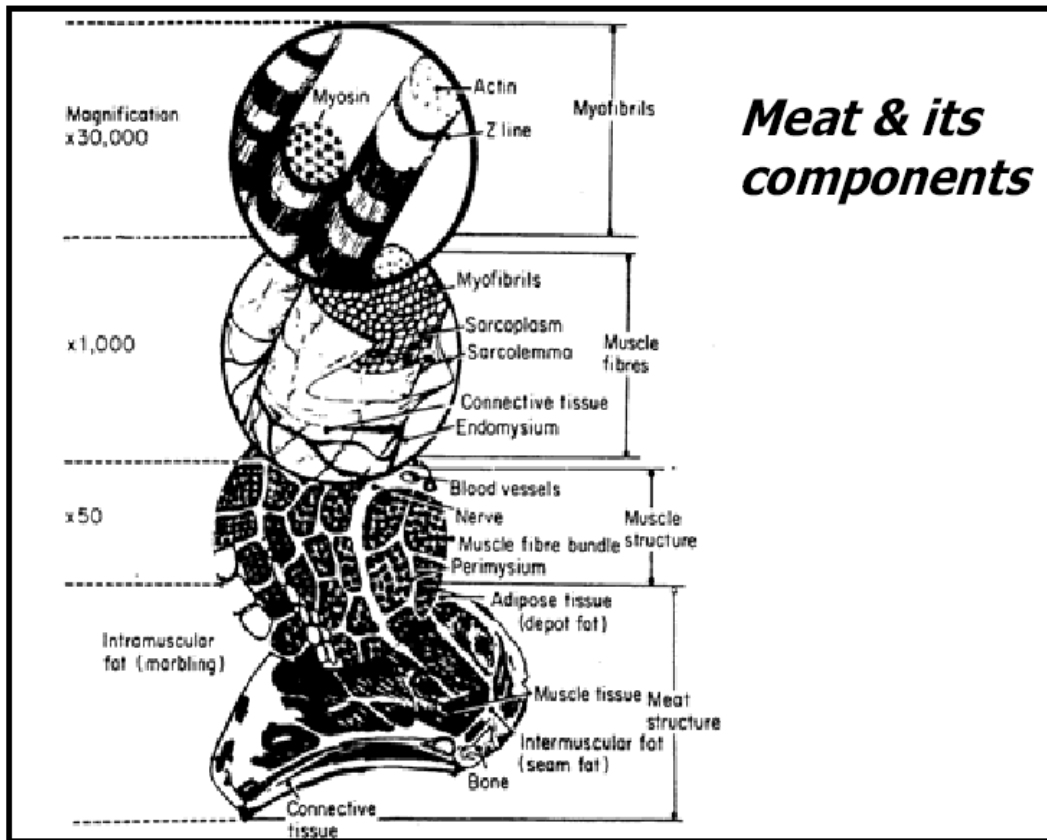
Protein myofibrillar mengalami denaturasi pada suhu sekitar 67 – 72°C, sedangkan protein sarkoplasma terdenaturasi pada suhu 62 - 70°C. Beberapa jenis protein sarkoplasma dapat mengalami denaturasi pada suhu di bawah 50°C. Jaringan ikat akan mengalami penyusutan/ pengerutan bila dipanaskan pada suhu 90 – 95°C dalam keadaan yang lembab (*moist*), dimana pada suhu ini collagen akan mengalami perubahan menjadi gelatin.

Lemak dalam tubuh ternak terdiri dari deposit lemak di bawah kulit (*subcutaneous fat deposits*), lemak yang melindungi organ – organ dalam, dan lemak yang berada diantara kumpulan otot (*muscle*) – yang disebut sebagai *intermuscular fat*, dan lemak yang berada diantara serabut otot (*muscle fibre*) – yang disebut sebagai *intramuscular fat* (Gambar 2) [1]. Jumlah lemak pada karkas ternak jauh lebih tinggi dibandingkan jumlah lemak yang terdapat pada potongan *lean meat*. Lemak karkas terdiri dari 80 – 85% triasilgliserol, 5 – 10% air dan 10% jaringan ikat [2]. Lemak yang terdapat pada *lean meat* adalah *intramuscular fat*. Kandungan lemak pada produk olahan daging juga biasanya lebih tinggi karena dalam pemrosesan juga digunakan jaringan lemak dalam jumlah tinggi [1].



**Gambar 2. *Intermuscular fat* (a),
dan *intramuscular fat* (b)**

Glikogen merupakan bentuk karbohidrat yang ada terdapat di dalam ternak. Glikogen ini berperan penting pada perubahan post mortem – perubahan yang terjadi pada otot hewan setelah penyembelihan. Jumlah glikogen yang terdapat dalam tubuh ternak sebelum disembelih akan berpengaruh besar terhadap kualitas, terutama pada tekstur dan warna daging.



Gambar 3. Daging dan struktur penyusunnya

Gambar 3 menunjukkan struktur daging mulai dari penampakan visual sampai dengan komponen mikroskopis daging. Struktur daging yang sering kita lihat disusun atas struktur otot (*muscle structure*), dimana struktur otot ini disatukan atau dilingkupi oleh jaringan ikat paling luar (*epimysium*) yang cukup tebal dan menyatu dengan tendon. *Muscle structure* sendiri tersusun atas kumpulan serabut otot (*muscle fibre bundle*) yang disatukan oleh jaringan ikat *perimysium*. Pada perbesaran dengan mikroskop 1000x, nampak bahwa serabut otot (*muscle fibre*) tersusun atas kumpulan *myofibril* yang disatukan oleh jaringan ikat *endomysium*. *Muscle fibre* sering disebut sebagai *myofibre*, merupakan sel dengan multi nukleus yang memiliki diameter 40 - 50 μm dan panjang 1 - 40 mm. *Myofibril* sendiri tersusun atas myosin dan aktin, yang nampak pada perbesaran mikroskop 30.000x. Jaringan ikat *endomysium*, *perimysium* dan *epimysium* tersusun atas protein serat yang disebut dengan collagen.

Collagen ini merupakan protein dengan tingkat kelarutan sedang. Jumlah collagen pada daging tergantung dari masing-masing ternak, semakin tinggi aktivitas ternak, maka kandungan collagen juga akan semakin tinggi. Kandungan collagen yang sedikit akan menyebabkan proses pemasakan menjadi lebih mudah karena daging lebih cepat empuk.

Kualitas Daging

Kualitas daging dapat dilihat dari dua hal, yaitu kenampakan (*apperance*) dan dari Penerimaan terkait dengan konsumsi (Tabel 1). Daging segar yang masih baik akan nampak berwarna merah cerah atau pink, warna lemak putih, tekstur kenyal dan tidak ada cairan (*exudate*) yang keluar dari dalam daging. Dari parameter kualitas saat konsumsi, daging yang baik adalah yang memiliki tekstur yang empuk, kaya akan flavor daging serta banyak mengandung kaldu (*jus*) sehingga daging tidak nampak kering.

Tabel 1. Parameter Kualitas Daging

	Acceptable	Unacceptable
<i>Appearance</i>		
<i>Meat color</i>	<i>Red / pink</i>	<i>Brown, grey green</i>
<i>Fat color</i>	<i>White</i>	<i>Yellow</i>
<i>Texture</i>	<i>Firm</i>	<i>Soft, mushy, dry</i>
<i>Weep</i>	<i>None</i>	<i>Any exudate</i>
<i>Palatability</i>		
<i>Tenderness</i>	<i>Tender</i>	<i>Mushy, tough</i>
<i>Flavor</i>	<i>Typical of sp.</i>	<i>Boar taint, rancid, acid taste</i>
<i>Juiciness</i>	<i>Moist</i>	<i>Lack of flavor</i>

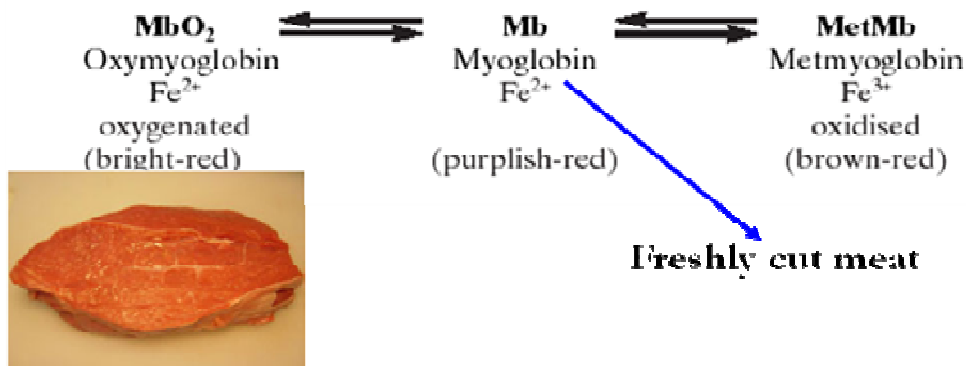
Source: (Laird, 2006)

Warna Daging

Warna merupakan salah satu tolok ukur utama yang digunakan oleh konsumen untuk menilai kualitas daging. Daging yang masih segar akan nampak merah cerah (*bright cherry red*), daging yang sudah dimasak akan nampak kecoklatan atau abu-abu, sedangkan daging yang diberi perlakuan curing – ditambah dengan garam nitrat/nitrit, akan berwarna merah muda (pink).

Warna pada daging segar dihasilkan oleh pigmen, yaitu myoglobin yang merupakan pigmen utama pada daging segar, dan haemoglobin yang terdapat dalam jumlah kecil pada daging segar. Pada daging segar myoglobin dapat ditemukan dalam beberapa bentuk, seperti:

- bright-red oxymyoglobin (MbO₂)
- purple-red deoxymyoglobin (Mb)
- brown metmyoglobin (MetMb)



Gambar 4. Perubahan pigmen myoglobin pada daging segar

Daging yang masih segar dan masih terbungkus atau terlindung dalam lemak yang melapisi karkas dan belum terkontak dengan udara (oksigen) kaya akan pigmen myoglobin atau deoxymyoglobin (Mb) yang berwarna merah keunguan (Gambar 4). Ketika daging terpapar udara, maka akan terjadi *blooming*, dimana myoglobin akan

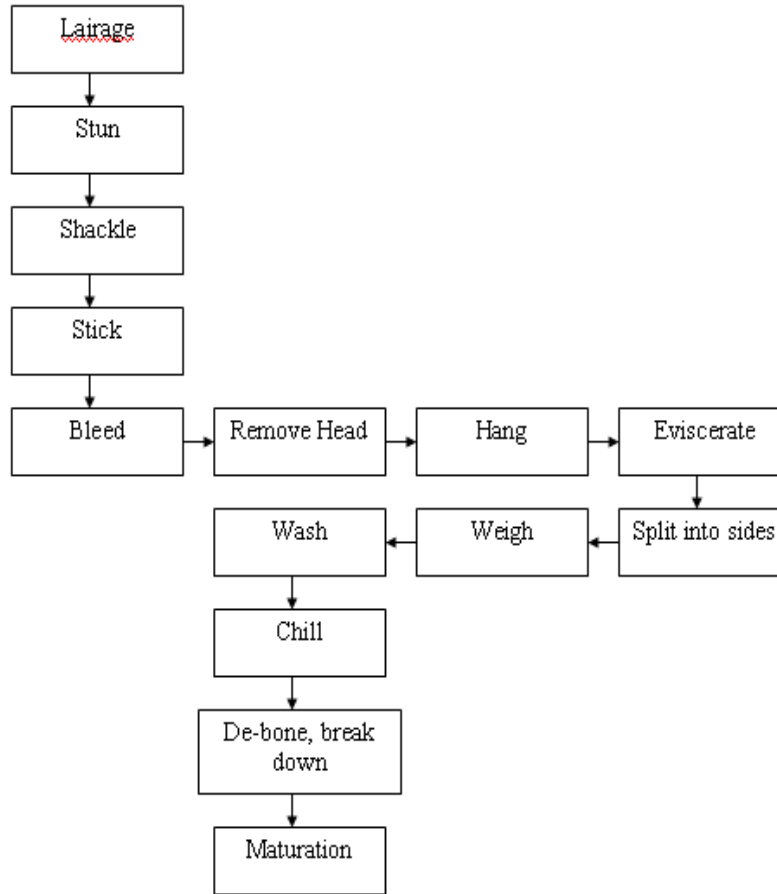
mengalami oksidasi menjadi oxymyoglobin (MbO_2), yang berwarna merah cerah. Warna ini lebih dapat diterima dan disukai oleh konsumen. Suhu dapat mengakselerasi terjadinya *blooming*. Namun peningkatan suhu cenderung akan menurunkan ketebalan dari lapisan oxymyoglobin. Selain suhu, tekanan parsial oksigen juga berpengaruh pada pembentukan oxymyoglobin. Meningkatnya tekanan parsial oksigen akan menyebabkan meningkatnya pembentukan oxymyoglobin.

Semakin lama daging terpapar dengan oksigen, maka tekanan oksigen (*oxygen tension*) akan semakin menurun dan sebagian besar oksigen akan teroksidasi, sehingga pigmen oxymyoglobin akan berubah menjadi metmyoglobin yang berwarna kecoklatan. Warna ini biasanya tidak disukai oleh konsumen. Penurunan tekanan parsial oksigen akan mengakibatkan proses pembentukan metmyoglobin. Warna merah cerah daging yang diinginkan semakin hilang. Selain penurunan oksigen, oksidasi dapat juga terjadi karena proses enzimatik selama paska penyembelihan. Metmyoglobin dapat diubah kembali menjadi deoxymyoglobin dengan cara pengemasan vacuum. Bila kemasan vacuum ini dibuka maka *blooming* warna merah cerah akan terjadi kembali.

Proses produksi daging segar (*slaughtering to dressing*)

Daging diperoleh dari hewan ternak yang sudah disembelih. Proses penyembelihan hingga pelayuan daging dapat dilihat di Gambar 5. Sebelum disembelih, ternak biasanya dikondisikan dalam kandang terpisah (*lairage*) dan diberi makan secukupnya. Pengondisian ini merupakan fase yang penting karena kondisi ternak sebelum penyembelihan akan berpengaruh besar pada daging yang dihasilkan. Ternak yang terlalu banyak makan atau terlalu lapar atau stres akan berpengaruh pada kadar glikogen dalam tubuh ternak tersebut. Glikogen yang terlalu rendah atau tinggi saat pra-penyembelihan akan menyebabkan penurunan kualitas daging yang dihasilkan.

Setelah ternak dikondisikan secara optimal, selanjutnya ternak digiring ke tempat penyembelihan. Sebelum disembelih, supaya ternak tidak banyak bergerak saat proses penyembelihan, maka ternak dibuat dalam kondisi tidak sadar melalui *stunning*, misalnya dengan menggunakan kejut listrik. *Stunning* dengan kejut listrik ini memiliki manfaat positif, yaitu otot ternak akan mengalami peregangan dan lebih relaks, sehingga akan membantu pembakaran sebagian glikogen. Dalam keadaan pingsan, ternak digantung dengan posisi kaki belakang di atas (*shackling*), baru dilakukan *sticking* atau memutuskan jalan pernapasan ternak supaya ternak mati. Proses selanjutnya adalah mengeluarkan darah dari tubuh ternak, jerohan, pengulitan dll. Tubuh ternak yang sudah menjadi karkas kemudian harus segera disimpan dalam suhu dingin (*chilling temperature*) supaya tidak cepat rusak, dan selanjutnya dilayukan dalam kondisi tertentu untuk mendapatkan daging dengan kualitas yang baik. Selama proses pelayuan akan terjadi perubahan-perubahan post-mortem, dimana otot dirubah menjadi daging. Lama proses pelayuan bervariasi, namun bisa mencapai beberapa hari hingga bulan.



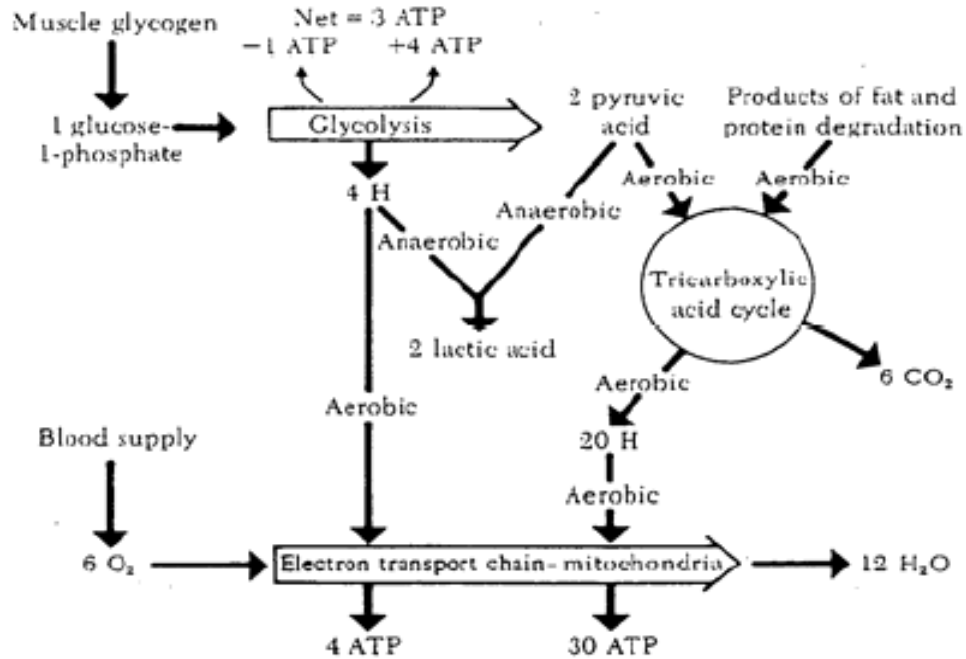
Source: Varnam & Shutterland (1992)

Gambar 5. Proses penyembelihan ternak

Perubahan Post-Mortem

Perubahan post-mortem terjadi tepat setelah ternak disembelih. Perubahan ini juga disebut sebagai perubahan dari otot menjadi daging. Salah satu indikasi perubahan post-mortem adalah tercapainya fase rigor mortis, dimana semua otot akan mengalami kontraksi dan kekakuan. Otot ternak sebelum disembelih masih dalam kondisi yang lemas. Namun ketika mulai memasuki fase rigor mortis, perlahan-lahan otot akan menjadi semakin kaku, hingga kekakuan otot ini terjadi pada seluruh otot pada karkas. Dengan demikian rigor mortis yang utuh.

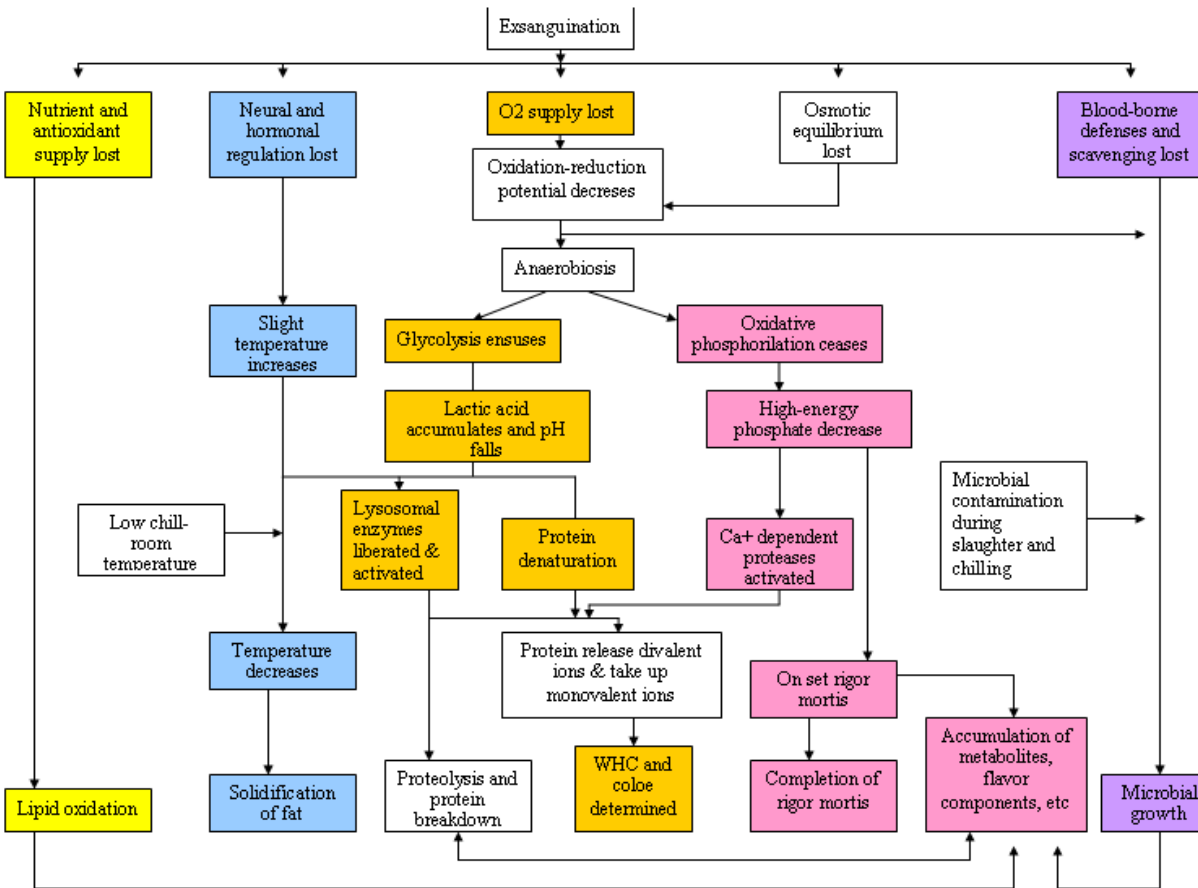
Energy pathways in muscle



Aberle E D et al. Principles of Meat Science, 4th edn. Kendall/Hunt Publishing Co. Dubuque, (2001); Fig 4.8, p 78.

Gambar 6. Proses glikolisis pada otot ternak pasca-penyembelihan

Pada hewan yang masih hidup, metabolisme di dalam tubuhnya berlangsung dimana glikogen yang ada di dalam otot akan diubah menjadi energi dalam bentuk ATP (adenosin triphosphate). Melalui proses glikolisis aerob dan siklus TCA (tricarboxylic acid cycle), pecahan glikogen akan diubah menjadi 37 ATP (Gambar 6). Namun pada hewan yang telah disembelih, proses metabolisme berhenti dan proses glikolisis akan berlanjut pada proses anaerob karena tidak ada suplai oksigen lagi. Dengan demikian tidak ada ATP yang dihasilkan. Pada kondisi anaerob, glikogen yang ada di dalam otot akan diubah menjadi asam laktat. Terbentuknya asam laktat akan menyebabkan penurunan pH pada daging. Penurunan pH ini akan tergantung pada jumlah glikogen yang tersimpan dalam otot.



Gambar 7. Perubahan post-mortem dari otot menjadi daging

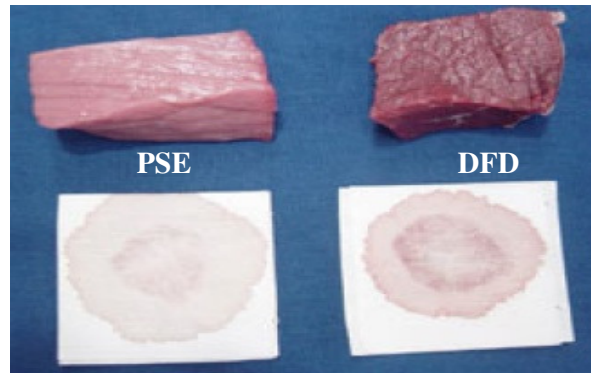
Pada ternak yang masih hidup, ketika otot-ototnya berkontraksi, aktin dan miosin akan meregang kemudian kembali lagi (relaksasi). Namun ketika ternak sudah mati, aktivitas kontraksi dan relaksasi masih berlangsung, namun otot perlahan akan menjadi kaku (ketika pH mencapai 6.5). Namun lama kelamaan akan semakin kaku karena jumlah ATP tidak lagi mencukupi, sehingga aktin dan miosin akan berhubungan/ menyambung dan otot akan menjadi kaku. Fase ini disebut dengan rigor mortis (Gambar 7).

Beberapa perubahan yang terjadi selama post-mortem adalah sebagai berikut:

1. Perubahan struktur protein pada daging karena denaturasi protein. Selain itu daging juga akan lebih mudah dirombak oleh enzim proteolitik (calpains dan catepsin) yang menyebabkan daging akan menjadi lebih empuk.
2. Oksidasi pigmen daging, hingga terbentuknya senyawa metmyoglobin yang tidak diinginkan.
3. Oksidasi lemak yang menghasilkan senyawa-senyawa flavor.

pH normal pada otot saat penyembelihan adalah 7,0. pH ini akan mengalami penurunan karena terbentuknya asam laktat, sehingga pH pada daging akan menjadi lebih rendah. Pada kondisi yang normal, pH akhir daging (*ultimate pH*) yang diekspresikan sebagai pH_{24} – yaitu pH yang diukur setelah 24 jam dari waktu penyembelihan, akan menurun hingga mencapai 5,8 – 5,4. Derajat penurunan pH pada otot setelah penyembelihan memiliki pengaruh penting pada daging yang dihasilkan [1].

Pada hewan yang mengalami stres saat pra-penyembelihan atau terlalu banyak kadar glikogen dalam otot akibat pemberian pakan berlebih saat pengondisian, penurunan pH akan terjadi secara cepat. pH 5,8 – 5,6 akan dicapai saat karkas masih dalam kondisi hangat. Hal ini akan berdampak buruk pada daging yang dihasilkan. Tercapainya pH 5,8 – 5,6 dalam waktu yang singkat akan menghasilkan daging dengan warna pucat, bertekstur lembek, dan basah. Daging dengan karakteristik tersebut sering disebut dengan **PSE meat** (*pale, soft and exudative*). Daging PSE mempunyai kemampuan menahan air yang rendah, sehingga selama proses pemasakan akan mengalami kehilangan berat (air dari jaringan akan keluar), akibatnya *yield* yang akan dihasilkan dari jenis daging ini juga rendah [1]. Daging yang sering mengalami PSE adalah daging babi karena pada babi termasuk hewan yang mudah mengalami stres selama pra-penyembelihan. Oleh karena itu dibutuhkan penanganan yang hati-hati untuk menghasilkan daging babi dengan kualitas yang baik [1].



Gambar 8. Daging PSE dan DFD

Fenomena yang berlawanan akan terjadi pada ternak yang tidak mendapatkan pakan yang cukup selama pengondisian (ternak dalam keadaan lapar), atau ternak mengalami kelelahan selama berada di *lairage* atau pun saat transportasi. Pada kondisi tersebut, hampir semua glikogen dalam tubuh ternak telah habis digunakan sebelum ternak disembelih. Akibatnya, asam laktat yang terbentuk sangat sedikit atau bahkan tidak ada dan penurunan keasaman pada daging tidak terjadi atau pH₂₄ pada daging tidak akan tercapai <pH 6,0. Daging yang dihasilkan pada kondisi ini akan nampak gelap, keras dan kering (*dark, firm, dry* - **DFD meat**). Tingginya pH pada daging akan menyebabkan tertahannya sejumlah air, sehingga jaringan daging akan nampak menggelembung dan menyerap lebih banyak cahaya yang mengenai permukaan daging, oleh karena itu kenampakan daging DFD akan terlihat lebih gelap.

Tercapainya fase rigor mortis untuk setiap ternak berbeda-beda, tergantung dari jenis ternaknya (Tabel 2). Sapi dan domba membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai rigor mortis dibandingkan dengan ternak lain atau unggas.

Tabel 2. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai on-set rigor mortis

Spesies	Waktu (jam)
Sapi	6-12
Domba	6-12
Babi	¼ - 3
Kalkun	< 1

Pelayuan Daging dan Tekstur Daging

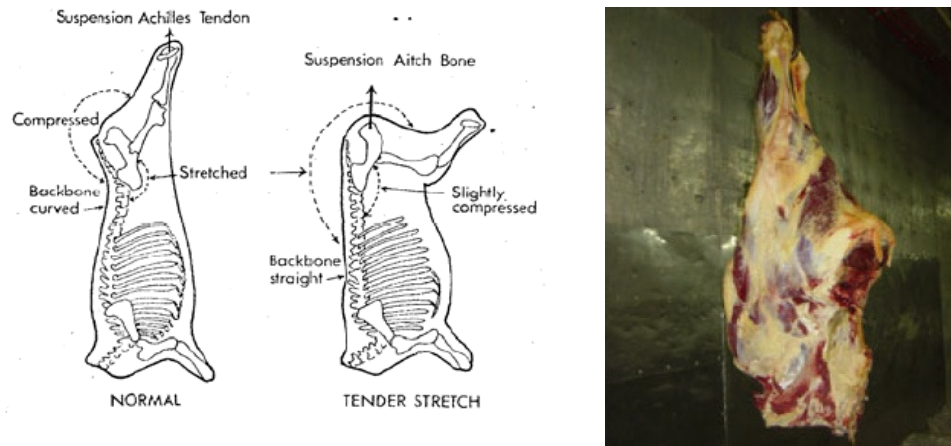
Ada banyak faktor yang berpengaruh terhadap tekstur daging. Setiap bagian atau potongan daging dapat mempunyai derajat keempukan yang berbeda-beda. Perbedaan ini dapat dikarenakan faktor genetik, spesies, umur, proses pemberian pakan, tipe otot, proses penyembelihan, proses *chilling*, pelayuan, pemberian perlakuan mekanis, pembekuan, *thawing* (pelunakan), dan juga pemasakan.

Proses pelayuan (*ageing/ conditioning*) merupakan proses yang penting untuk menentukan kualitas daging yang dihasilkan. Pelayuan ini biasanya dilakukan pada suhu *chilling* selama beberapa waktu. Selama proses pelayuan, perubahan karakteristik daging akan terus terjadi, terutama terkait dengan tekstur. Daging yang dilayukan akan semakin empuk (peningkatan *tenderness*). Waktu pelayuan antara ternak satu berbeda dengan ternak lainnya. Sapi membutuhkan waktu untuk pelayuan selama kurang lebih 14 hari, sedangkan untuk babi dan ayam butuh 5 hari dan 2 hari berturut-turut. Untuk pelayuan domba, waktu yang dibutuhkan kurang lebih diantara waktu pelayuan sapi dan babi. Perbedaan waktu pelayuan ini dikarenakan perbedaan laju reaksi proteolisis (penguraian) dari protein *myofibre*.

Selain pelayuan, ada beberapa cara untuk mengempukkan daging, seperti yang dijabarkan di bawah ini.

- *Tenderstretch*

Proses ini termasuk dalam proses pelayuan, yang dilakukan dengan menggantung karkas melalui bagian dekat *aitch bone* (Gambar 9). Dengan cara demikian, akan terjadi peregangan yang lebih luas pada serabut otot, terutama di bagian punggung hingga bagian belakang dari karkas). Peregangan ini akan mencegah pengerutan otot yang membuat serabut otot menjadi kaku dan saat diolah nanti daging menjadi liat.



Gambar 9. Proses pelayuan karkas dengan metode *tenderstretch*

- Pengkondisian pada temperatur tinggi:
Karkas disimpan pada suhu sekitar 12-18°C selama 16 – 20 jam, kemudian dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu *chilling*.
- Penundaan *chilling*:
Karkas hasil penyembelihan diletakkan di lantai pada suhu 20-25°C selama 3-5 jam sebelum disimpan pada *chiller*.
- Pelayuan dingin (*cooler ageing*):
Karkas disimpan pada suhu 0-10°C selama 8-72 jam yang memungkinkan enzim proteolitik mendegradasi serabut protein sehingga daging menjadi empuk.
- Pengempukan secara mekanik (*blade tenderization*):
Dilakukan dengan mencacah daging menggunakan pisau.
- Aplikasi enzim
Pengempukan dengan cara menambahkan enzim proteolitik seperti bromelin dan papain.
- *Marinading*:
Melakukan pencelupan dengan vinegar (cuka).
- *Fat insulation*:
Tidak membuang bagian lemak yang menutupi karkas selama penyimpanan sehingga selama proses pelayuan suhu dapat tetap terjaga.

Pemasakan Daging

Pemanasan dapat menyebabkan serabut protein daging menjadi liat oleh karena koagulasi dan penyusutan protein myofibrillar dan jaringan ikat. Proses pemasakan cepat akan membuat daging menjadi liat karena selama pemanasan terjadi denaturasi protein dan denaturasi collagen, yang diikuti dengan penyusutan dan penegangan jaringan ikat, sehingga daging menjadi liat. Peliatan terjadi saat protein mengalami denaturasi pada suhu 50-80°C.

Bila waktu pemanasan diperpanjang maka *tenderness* akan mengalami peningkatan, terutama pada daging yang memiliki jaringan ikat (collagen) yang banyak, oleh karena perubahan collagen menjadi gelatin selama pemanasan. Perubahan tekstur ini tergantung pada waktu pemanasan, suhu, dan jumlah collagen yang ada pada daging. Proses pemasakan yang cukup lama hingga mencapai suhu yang melampaui suhu penyusutan collagen (60-65°C), akan membuat daging menjadi empuk karena collagen diubah menjadi gelatin. Proses pengempukan atau collagen terhidrolisa menjadi gelatin terjadi bila suhu pemasakan mencapai lebih dari 75°C. Oleh karena itu, steak sirloin yang kandungan jaringan ikatnya sedikit dan biasanya dimasak dengan cara dipanggang/*grill* akan menjadi agak liat, karena waktu untuk memasaknya tidak terlalu lama sehingga suhu dimana collagen menjadi empuk tidak tercapai dan myofibrillar akan menjadi liat.

Referensi

1. Heinz, G. and P. Hautzinger. 2007. Meat Processing Technology for Small to Medium Scale Producers. FAO. Bangkok.
2. Feiner, G. 2006. Meat Products Handbook: Practical Science and Technology. Woodhead Publishing Limited. Cambridge.