

PENGUJIAN KUALITAS DAGING AYAM BANGKAI DITINJAU DARI BEBERAPA PARAMETER NILAI BIOLOGIS¹⁾

(The Examination of Slaughtered Death Chicken Meat Quality Using the Biological Values)

Razali, Denny W. Lukman²⁾, Srihadi Agungpriyono²⁾, dan Mirnawati Sudarwanto²⁾

ABSTRACT

In recent years, there has been an increasing an abuse of slaughtered death chicken for human consumption, so it is important to find a practice ways to identify it. Experiments were conducted to determine whether the quality of meat taken from slaughtered death chicken can be detected through quality attributes of meat (Warner-Bratzler (WB) shear value, CIE L a* b* color, and histological changes. Thirty pieces of breast (*M. pectoralis*) and thigh (*M. biceps femoris*) meat were obtained from commercial slaughtering house. The samples were classified into three groups namely halal slaughtered chicken (AHS), slaughtered death chicken (AMS), and slaughtered stressed chicken (ALS) and all samples processed for microscopic observations, for WB value and color after 1, 5 and 9 h postmortem (PM). This study showed that percentage of degenerated and necrotic muscle fibres of breast and thigh meat of AMS and ALS were significantly higher ($P<0.05$) than AHS. The WB values of all samples were nearly similar ($P>0.05$). The L* value of breast and thigh meat of AMS and ALS were lower whereas a* value of breast and thigh meat of AMS were significantly ($P<0.05$) higher than those of AHS and ALS. The muscle fiber interstitial space had significant positive correlation with degenerated muscle fiber ($P<0.001$, $r=0.52$), necrotic muscle fiber ($P<0.001$, $r=0.57$) of breast meat, and also with degenerated muscle fiber ($P<0.001$, $r=0.68$) and necrotic muscle fiber ($P<0.001$, $r=0.56$) of thigh meat. The biologic parameters can be used to distinguish between the slaughtered death chicken and halal slaughtered chicken.*

Key words: meat quality, muscle fiber, slaughtered death chicken, L a* b* value*

PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi bangsa Indonesia dalam hal produk pangan masih tergolong besar. Rumitnya permasalahan pangan dewasa ini menuntut peran yang besar dari ilmuwan dalam mencari solusi demi kepentingan umat manusia. Salah satu permasalahan pangan hewani yang berasal dari ayam adalah maraknya penjualan daging ayam yang berasal dari ayam yang telah mati yang dikenal dengan ayam bangkai atau *ayam tiren* (Purnama, 2004).

Penjualan daging ayam bangkai telah lama terjadi di sejumlah kota di Indonesia. Tindakan ini sangat berbahaya baik dari segi kesehatan maupun dari

¹⁾ Bagian dari disertasi penulis pertama, Program Studi Sains Veteriner, Sekolah Pascasarjana IPB

²⁾ Berturut-turut Ketua dan Anggota Komisi Pembimbing

pandangan syariat Islam. Selama ini masyarakat hanya mengetahui bahwa daging ayam bangkai hanya memiliki sifat-sifat yang berbeda dari aspek warna dan bau. Namun, lebih jauh lagi belum ada suatu penelitian yang mencoba mengumpulkan data tentang perubahan struktur mikroskopis otot, tingkat degenerasi dan nekrosa otot, serta kondisi pembuluh darah arteri dan vena.

Pendataan nilai biologis merupakan suatu cara yang penting untuk dapat membedakan daging yang berasal dari ayam bangkai dan yang berasal dari hasil penyembelihan yang halal atau benar. Dengan cara demikian diharapkan konsumen dapat memiliki suatu penilaian tertentu terhadap daging ayam yang dibeli. Tujuan penelitian ini adalah mengumpulkan data biologis yang meliputi parameter histologis, keempukan daging, dan warna daging.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2005. Pengukuran nilai keempukan daging dan analisis histologis masing-masing dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Laboratorium Histopatologi, Fakultas Kedokteran Hewan. Analisis warna daging dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan

Penelitian ini menggunakan 30 sampel daging dada (*M. pectoralis*) dan daging paha (*M. biceps femoris*) ayam pedaging strain Hubbard Broiler yang sudah mencapai masa potong komersial dengan bobot karkas 1.5 sampai 1.8 kg. Sampel diambil langsung dari tempat pemotongan ayam di Pondok Rumpit, Bogor.

Sampel daging ayam terdiri dari tiga jenis yang berbeda, yaitu daging ayam normal (halal), yakni berasal dari ayam hidup sehat disembelih (AHS), daging ayam bangkai, yaitu berasal dari ayam mati disembelih (AMS), dan daging yang berasal dari ayam lemah disembelih (ALS).

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap. Jenis sampel daging merupakan satu-satunya faktor tunggal, sedangkan pengukuran setiap peubah berturut-turut 1, 5, dan 9 jam postmortem (PM) berasal dari sampel yang sama.

Analisis data

Data dianalisis dengan analisis ragam satu arah pada tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan dengan menggunakan perangkat lunak SAS[®] (SAS Institute 1988, Mattjik dan Sumertajaya, 2002). Analisis korelasi juga dilakukan untuk menentukan keeratan hubungan antarparameter yang diukur (SAS Institute, 1988).

Peubah

Peubah yang diamati adalah persentase degenerasi dan nekrosa serabut otot, diameter serabut otot (μm), jarak antarserabut otot (μm), angka keempukan daging (WB), dan warna daging ($L^* a^* b^*$).

Metode Penelitian

Penilaian mikroskopis

Sampel otot dada dan otot paha diproses sesuai prosedur mikroteknik dan diwarnai dengan pewarnaan hematoksilin-eosin (HE) (Kiernan, 1990; Witkiewicz *et al.*, 2004).

Penilaian angka keempukan daging

Uji nilai keempukan daging dada dan daging paha dilakukan sesuai dengan metode Warner-Bratzler dari InstronTM. Pemotongan dilakukan pada suhu kamar 25°C dan pada kecepatan 250 mm/menit dengan ulangan dua kali. Hasil pengukuran adalah nilai keempukan atau nilai WB, yaitu kg/cm^2 (Fletcher, 1999; Kerth *et al.*, 2003).

Pengukuran warna daging

Daging dada dan daging paha tanpa kulit dan tanpa tulang (*boneless, skinless*) disiapkan dan diukur nilai $L^* a^* b^*$, L^* (kecerahan), a^* (kemerahan), dan b^* (kekuningan) pada kondisi segar (*fresh raw meat*) dengan menggunakan minolta reflectance chroma meter (CR-300) (Fletcher, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

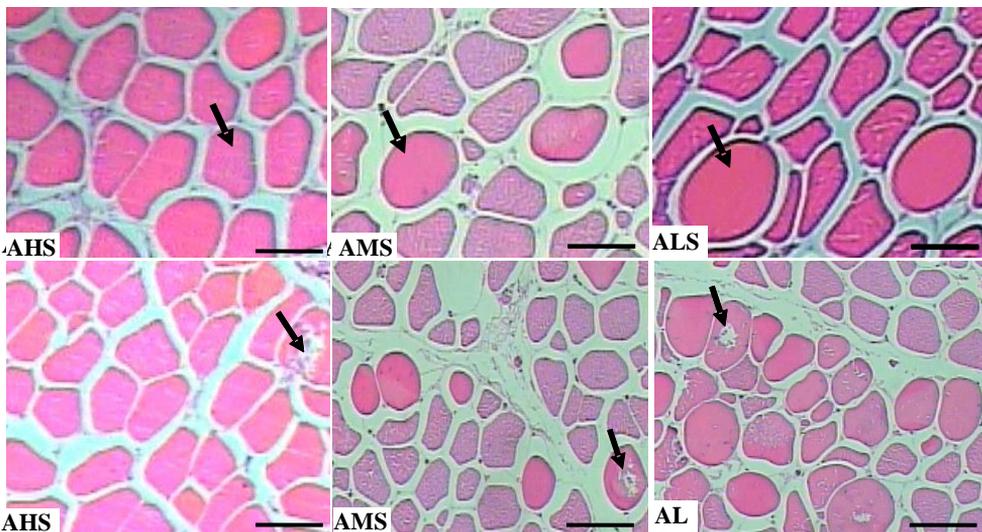
Gambaran Mikroskopis

Perubahan terhadap serabut otot berupa degenerasi dan nekrosa tidak hanya terjadi pada otot ayam AMS dan ALS, terjadi juga pada otot ayam hasil penyembelihan normal (AHS), tetapi dalam persentase yang sangat sedikit. Degenerasi biasanya ditandai dengan adanya pembesaran serabut otot sehingga serabut otot tampak lebih bulat dan membesar. Persentase jumlah degenerasi serabut otot dada dan otot paha AMS dan ALS lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang terjadi pada otot dada dan otot paha AHS. Secara statistik persentase degenerasi serabut otot dada AHS adalah signifikan ($P < 0.05$) lebih rendah daripada persentase degenerasi serabut otot pada AMS dan ALS baik pada 1, 5, maupun 9 jam PM (Tabel 1). Daging dada dan paha yang berasal dari penyembelihan ayam yang lemah secara mikroskopis juga memperlihatkan perubahan yang signifikan pada jumlah persentase degenerasi dan nekrosa serabut otot (Gambar 1).

Tabel 1. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) persentase jumlah serabut otot dada yang mengalami degenerasi dan nekrosis

Perlakuan	Serabut otot dada					
	% degenerasi			% nekrosis		
	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM
AHS otot dada	0.61 ± 0.79 ^b	1.02 ± 0.52 ^b	1.21 ± 0.63 ^b	0.61 ± 0.98 ^b	1.02 ± 1.09 ^b	0.99 ± 1.07 ^b
AMS otot dada	4.52 ± 1.58 ^a	2.68 ± 1.25 ^a	3.60 ± 1.16 ^a	3.46 ± 2.57 ^a	2.58 ± 1.83 ^a	2.77 ± 1.14 ^a
ALS otot dada	3.05 ± 0.71 ^a	2.42 ± 0.67 ^a	2.28 ± 0.67 ^b	2.02 ± 2.21 ^a	2.19 ± 1.11 ^{ab}	1.73 ± 1.31 ^{ab}
AHS otot paha	2.50 ± 0.74 ^b	1.53 ± 0.82 ^c	2.35 ± 0.57 ^c	1.16 ± 1.23 ^b	1.76 ± 1.37 ^b	1.24 ± 1.30 ^b
AMS otot paha	6.89 ± 1.06 ^a	7.60 ± 1.06 ^a	7.57 ± 0.92 ^a	3.78 ± 1.99 ^a	4.58 ± 1.63 ^a	3.54 ± 1.69 ^a
ALS otot paha	3.43 ± 0.70 ^b	4.75 ± 0.74 ^b	4.32 ± 0.63 ^b	2.02 ± 1.57 ^b	1.57 ± 1.10 ^b	2.91 ± 1.18 ^a

Keterangan: ^{a-c} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)



Keterangan: AHS memperlihatkan sebagian besar serabut otot masih utuh, degenerasi serabut otot dada (tanda panah) pada AMS dan pada ALS. Pewarnaan HE, Bar = 50 µm.

Gambar 1. Potongan melintang otot dada (atas) dan otot paha bagian bawah (bawah)

Walaupun terjadi degenerasi dan nekrosis yang signifikan pada serabut otot dada dan otot paha ayam bangkai, setelah diamati ternyata ukuran diameter serabut otot dada dan otot paha kedua jenis otot tersebut tidak berbeda nyata (P>0.05). Secara biologis ayam pedaging (*broiler*) memang memiliki ukuran

serabut otot dada relatif lebih besar daripada ukuran serabut otot paha (Dransfield dan Sosnicki, 1999) dan ukuran tersebut juga sangat bergantung pada umur ayam.

Tabel 2. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) diameter serabut otot dada dan diameter serabut otot paha

Perlakuan	Diameter serabut otot dada (μm)			Diameter serabut otot paha (μm)		
	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM
AHS	54.34 $\pm 11.71^a$	53.40 $\pm 11.29^a$	54.08 $\pm 11.10^a$	43.30 $\pm 10.05^b$	43.80 $\pm 7.19^b$	45.80 $\pm 8.60^b$
AMS	55.96 $\pm 10.47^a$	55.96 $\pm 1.51^a$	56.04 $\pm 0.82^a$	44.12 $\pm 7.25^b$	43.68 $\pm 6.28^b$	44.28 $\pm 8.31^b$
ALS	52.18 $\pm 9.73^a$	53.02 $\pm 8.34^a$	54.06 $\pm 7.76^a$	43.74 $\pm 7.31^b$	45.52 $\pm 7.23^b$	45.04 $\pm 8.47^b$

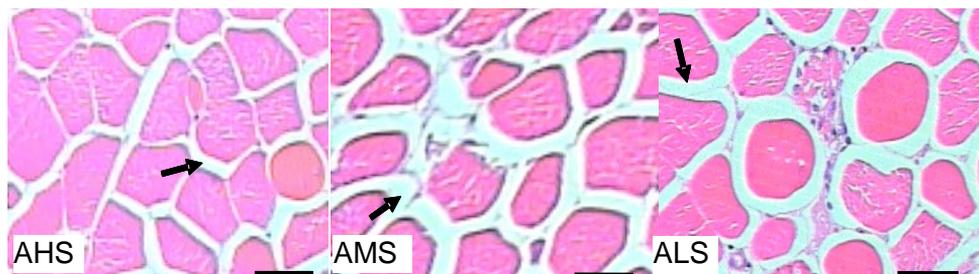
Keterangan: ^{a-b}superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)

Hasil penghitungan jarak antarserabut otot (*muscle fiber interstitial space*) menunjukkan bahwa jarak antarserabut otot mengalami perubahan yang nyata ($P < 0.05$). Pelebaran yang sangat besar terjadi pada otot dada dan otot paha AMS (Tabel 3). Serabut otot pada AMS dan ALS telah mengalami disosiasi dan ditambah lagi dengan adanya eksudasi sehingga banyak serabut otot yang mengalami perenggangan antara satu dengan yang lain (Gambar 2).

Tabel 3. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) jarak antarserabut otot dada dan jarak antarserabut otot paha

Perlakuan	Diameter serabut otot dada (μm)			Diameter serabut otot paha (μm)		
	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM
AHS	7.4 \pm 2.1 ^b	9.3 \pm 1.4 ^b	7.4 \pm 0.8 ^c	7.2 \pm 1.6 ^b	8.3 \pm 1.5 ^b	7.5 \pm 1.0 ^b
AMS	10.7 \pm 1.2 ^a	10.8 \pm 1.0 ^a	11 \pm 1.2 ^a	10 \pm 0.9 ^a	10 \pm 1.3 ^a	10.6 \pm 0.9 ^a
ALS	9.3 \pm 0.9 ^a	9.3 \pm 0.8 ^b	9.9 \pm 1.3 ^b	9.1 \pm 1.2 ^a	9.4 \pm 1.5 ^{ab}	9.8 \pm 0.7 ^a

Keterangan: ^{a-c}superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)

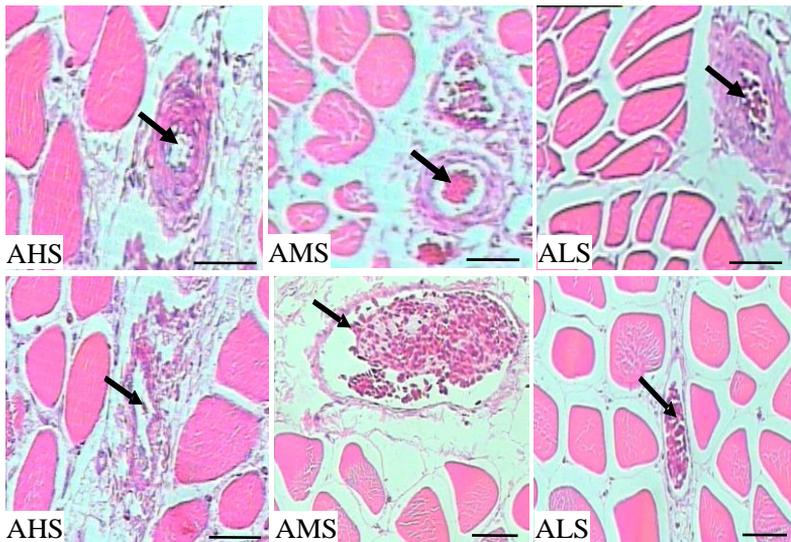


Keterangan: jarak antarserabut otot dada pada AHS lebih sempit daripada jarak antarserabut otot pada AMS dan ALS. Pewarnaan HE, Bar = 50 μm

Gambar 2. Potongan melintang serabut otot dada

Berdasarkan pengamatan terhadap sistem vaskular baik pada otot dada maupun pada otot paha AHS dapat dikatakan bahwa pembuluh darah arteri dan vena tampak kosong dari darah. Ini membuktikan bahwa sebagian besar darah telah keluar dari tubuh setelah proses pemotongan. Berbeda halnya dengan pembuluh darah arteri dan vena yang terdapat pada AMS dan ALS, sebagian besar rongganya dipenuhi oleh darah yang tertahan (Gambar 3).

Retensi darah di dalam sistem sirkulasi menyebabkan gambaran pembuluh vena pada AMS dan ALS terlihat membengkak jika dibandingkan dengan pembuluh darah vena pada AHS, sedangkan pada ayam yang disembelih secara benar memperlihatkan pembuluh darah vena telah kosong sehingga tampak memipih (AHS bawah).



Keterangan: pada AHS tidak mengalami kongesti darah (tanda panah), sedangkan pada AMS dan ALS dipenuhi oleh darah. Pewarnaan HE, Bar = 50 μ m.

Gambar 3. Pembuluh darah arteri (atas) dan vena (bawah)

Nilai Keempukan Daging

Hasil uji keempukan menunjukkan bahwa daging dada yang berasal dari AHS, AMS, dan ALS setelah 1, 5, dan 9 jam PM menghasilkan nilai WB yang sama ($P > 0.05$), sedangkan perbedaan hanya terjadi pada daging paha, yakni nilai WB menurun drastis dari 6.3 kgf/cm^2 pada 1 jam PM menjadi 2.2 dan 1.9 kgf/cm^2 pada 5 dan 9 jam PM. Kendatipun secara statistik daging dada tidak berbeda nyata, terdapat kecenderungan bahwa semua nilai WB daging yang berasal dari ayam bangkai lebih rendah daripada WB daging ayam normal dan daging ayam lemah (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) nilai keempukan daging dada dan daging paha

Perlakuan	Diameter serabut otot dada (μm)			Diameter serabut otot paha (μm)		
	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM
AHS	4.3 $\pm 1.0^a$	3.0 $\pm 0.6^a$	2.9 $\pm 0.6^a$	4.2 $\pm 0.3^b$	3.4 $\pm 0.4^a$	2.7 $\pm 0.3^a$
AMS	4.5 $\pm 0.9^a$	2.7 $\pm 0.5^a$	2.0 $\pm 0.4^a$	6.3 $\pm 1.4^a$	2.2 $\pm 0.5^b$	1.9 $\pm 0.3^c$
ALS	4.4 $\pm 0.9^a$	3.2 $\pm 0.6^a$	2.8 $\pm 0.5^a$	4.1 $\pm 0.4^b$	3.4 $\pm 0.4^a$	2.3 $\pm 0.6^b$

Keterangan: ^{a-c} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)

Hasil ini menunjukkan bahwa setelah 9 jam PM, tekstur daging paha ayam bangkai menjadi lebih lunak. Fakta ini kemungkinan berkaitan erat dengan proses autolisis yang lebih cepat pada otot paha AMS karena di samping banyak darah yang tertahan di dalam jaringan vaskular dan di luar vaskular, secara histokimia juga daging paha lebih variatif. Hal ini mendukung pernyataan Kranen *et al.* (2000) bahwa setelah sel lisis akan terjadi kerusakan dan hilangnya permeabilitas dinding pembuluh darah. Akibatnya, eritrosit akan keluar dari sistem vaskular menuju intermuskular dan juga ke jaringan ikat.

Warna $L^* a^* b^*$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa angka kecerahan (L^*) daging dada yang berasal dari AHS lebih tinggi daripada angka L^* daging dada AMS dan juga ALS. Secara statistik angka L^* daging dada pada AHS berbeda signifikan ($P < 0.05$) dengan angka L^* daging dada AMS, tetapi tidak berbeda nyata dengan nilai L^* daging dada ALS. Walaupun nilai L^* daging dada pada AHS dan ALS dari 1 sampai 5 jam PM relatif tidak menunjukkan perbedaan yang berarti, pada 9 jam PM nilai L^* pada ALS mengalami penurunan, yakni menjadi 53.46 (Tabel 5). Nilai L^* pada daging paha hanya berbeda pada 1 jam PM, sedangkan pada 9 jam PM menunjukkan nilai L^* yang sama.

Tabel 5. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) nilai kecerahan (L^*) daging dada dan daging paha

Perlakuan	Daging nilai L^*			Daging paha nilai L^*		
	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM	1 jam PM	5 jam PM	9 jam PM
AHS	56.25 $\pm 3.05^a$	55.72 $\pm 2.97^a$	55.89 $\pm 2.67^a$	54.55 $\pm 3.27^a$	52.75 $\pm 3.13^a$	50.33 $\pm 3.21^a$
AMS	53.11 $\pm 3.10^b$	52.26 $\pm 3.21^b$	51.72 $\pm 3.11^b$	51.41 $\pm 2.15^b$	49.00 $\pm 1.36^b$	48.33 $\pm 1.06^a$
ALS	53.07 $\pm 2.17^{ab}$	53.50 $\pm 0.92^{ab}$	53.46 $\pm 1.68^b$	51.77 $\pm 3.46^b$	50.56 $\pm 4.08^{ab}$	50.83 $\pm 3.70^a$

Keterangan: ^{a-b} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)

Mengenai nilai kemerahan (a^*) daging dada, secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa daging dada pada AMS secara signifikan lebih merah jika dibandingkan dengan daging dada pada AHS dan ALS. Nilai a^* daging dada ini dipengaruhi oleh adanya darah yang tersisa di dalam jaringan tubuh sehingga ketika dilakukan pengukuran dapat meningkatkan nilai a^* (Tabel 6).

Tabel 6. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) nilai kemerahan (a^*) daging dada dan daging paha

Perlakuan	Daging dada Nilai a^*			Daging paha Nilai a^*		
	1	5	9	1	5	9
	jam PM	jam PM	jam PM	jam PM	jam PM	jam PM
AHS	1.91 $\pm 0.53^b$	1.80 $\pm 0.48^b$	1.69 $\pm 0.38^b$	3.04 $\pm 1.00^a$	2.71 $\pm 1.04^b$	2.67 $\pm 1.04^b$
AMS	2.71 $\pm 1.00^a$	2.95 $\pm 0.98^a$	3.13 $\pm 1.02^a$	3.37 $\pm 1.47^a$	6.50 $\pm 1.90^a$	6.41 $\pm 1.88^a$
ALS	2.16 $\pm 0.45^{ab}$	2.08 $\pm 0.37^b$	2.11 $\pm 0.51^b$	3.00 $\pm 1.00^a$	3.10 $\pm 0.70^b$	3.18 $\pm 0.73^b$

Keterangan: ^{a-b}superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)

Begitu juga halnya dengan angka a^* yang diperoleh pada daging paha AMS, angka yang didapat pada 5 dan 9 jam PM secara statistik signifikan ($P < 0.05$) baik dengan AHS maupun dengan ALS. Angka a^* yang lebih tinggi pada 5 dan 9 jam PM tersebut adalah 6.50 dan 6.41. Fakta ini menunjukkan bahwa warna merah pada daging paha ayam bangkai menjadi suatu indikasi untuk membedakan dengan daging ayam normal.

Tabel 7. Rata-rata dan standar deviasi ($\bar{X} \pm SD$) nilai kekuningan (b^*) daging dada dan daging paha

Perlakuan	Daging dada Nilai b^*			Daging paha Nilai b^*		
	1	5	9	1	5	9
	jam PM	jam PM	jam PM	jam PM	jam PM	jam PM
AHS	2.56 $\pm 0.66^b$	3.26 $\pm 0.28^a$	3.27 $\pm 0.29^b$	3.12 $\pm 0.40^b$	3.19 $\pm 0.41^a$	3.18 $\pm 0.40^a$
AMS	3.27 $\pm 0.56^a$	3.54 $\pm 0.42^a$	3.59 $\pm 0.40^a$	3.57 $\pm 0.41^a$	3.55 $\pm 0.62^a$	3.60 $\pm 0.68^a$
ALS	3.17 $\pm 0.20^a$	3.32 $\pm 0.20^a$	3.27 $\pm 0.28^b$	3.13 $\pm 0.40^b$	3.18 $\pm 0.38^a$	3.23 $\pm 0.38^a$

Keterangan: ^{a-b}superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)

Secara statistik dapat dikatakan bahwa daging dada dan daging paha memiliki nilai kekuningan (b^*) yang relatif sama. Akan tetapi angka b^* pada AMS lebih tinggi daripada nilai b^* pada AHS dan ALS (Tabel 7). Secara biologis otot paha lebih heterogen, yaitu disamping mengandung otot putih juga mengandung otot merah dan juga intermediet dengan kandungan mioglobin yang lebih banyak (Witkiewicz *et al.*, 2004). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai b^* secara keseluruhan tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) baik pada AHS, AMS, maupun ALS.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi persentase degenerasi, nekrosa serta jarak antarserabut otot, baik pada otot dada maupun pada otot paha, nilai impedansi cenderung menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Nilai biologis yang terukur pada daging dada dan daging paha ayam bangkai dan ayam lemah atau stres memperlihatkan perbedaan yang signifikan dengan nilai biologis yang dimiliki oleh daging dada dan daging paha yang berasal dari ayam normal.

Saran

Nilai biologis yang dimiliki daging dada dan daging paha ayam broiler disarankan menjadi standar mutu dalam upaya membedakan antara daging ayam bangkai dan bukan bangkai.

DAFTAR PUSTAKA

- Dransfield, E. and Sosnicki, A.A. 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Sci.* 78:743-746.
- Fletcher, D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poultry Sci.* 78:1323-1327.
- Fletcher, D.L., Qiao, M., and Smith, D.P. 2000. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Sci.* 79:784-788.
- Instron. 2003. Instron™, Food Texture Fixtures, Warner-Bratzler Shear, Catalog Number 2830-013, 100 Royal Street, Canton, Massachusetts 02021-1089, USA.
- Kerth, C.R., Blair-Kerth, L.K., and Jones, W.R. 2003. Warner-Bratzler shear force repeatability in beef longissimus steaks cooked with a convection oven, broiler, or clam-shell grill. *J. Food Sci.* 68:668-670.
- Khan, A.W. 2000. Changes in nonprotein nitrogenous constituents of chicken breast muscle stored at below-freezing temperatures. *J. Agric F. Chem.* 46:378-382.
- Kiernan, J.A. 1990. *Histological & Histochemical Methods, Theory and Practice*, Ed ke-2. Pergamon Press, Oxford.
- Mattjik, A.A. and Sumertajaya, M. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*, Ed ke-2, Jilid 1. Bogor: IPB Press.

- Obanor, F., Morton, J.D., Geesink, G.H., and Bickerstaffe, R. 2005. Effect of processing on turkey meat quality and proteolysis. *Poultry Sci.* 84:1123-1128.
- Parrish, J.R., Goll, D.E., Newcomb, W.J., de Lumen, B.O., Chaudhry, H.M., and Kline, E.A. 1969. Molecular properties of post-mortem muscle, changes in nonprotein nitrogen and free amino acids of bovine muscle. *J Food Sci.* 34: 196-202.
- Purnama, D. 2004. Jangan Memotong Ayam Bangkok. *Tempo* 27 Okt 2004:11 (kolom 6-8).
- SAS Institute. 1988. *SAS® User's Guide: Statistics, Version 5 Ed.* SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sasaki, S., Shigeyuki, T., and Mizuho, K. 1983. The estimation of the time of death by non-protein nitrogen (NPN) in cadaveric materials. Report 3: Multiple regression analysis of NPN values in human cadaveric materials. *Forensic Sci. Int.* 22:11-22.
- Van Laack, R.L.J.M. and Lane, J.L. 2000. Denaturation of myofibrillar proteins from chicken as affected by pH, temperature, and adenosine triphosphate concentration. *Poultry Sci.* 79:105-109.
- Witkiewicz, K., Kontecka, H., Ksiazkiewicz, J., Szwaczkowski, T., and Perz, W. 2004. Carcass composition and breast muscle microstructure in selected vs non-selected ducks. *Anim. Sci. Paper and Reports.* 22(1):65-73.