

## PENGARUH PEMBERIAN ELEKTROLIT DAN MULTIVITAMIN TERHADAP GAMBARAN PATOLOGI JANTUNG PADA BROILER YANG TERPAPAR HEAT STRESS KRONIS

### THE INFLUENCE OF ELEKTROLYTE AND MULTIVITAMIN ADMINISTRATION ON PATHOLOGIC CHANGES OF HEART OF CHRONIC HEAT STRESSED BROILERS

Arimbi<sup>1)</sup>, Iffan Arianto<sup>2)</sup>, dan Rudy Sukamto S<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Patologi, <sup>2)</sup>Mahasiswa, <sup>3)</sup>Departemen Anatomi Veteriner  
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian elektrolit dan multivitamin sebagai agen termotoleran pada jantung broiler yang terserang stres panas. 24 broiler dengan umur 3 minggu dibagi dalam 4 kelompok ( $n = 6$ ) dan dipishkan dalam 2 kamar (A dan B). satu kelompok sebagai (kontrol/P0) dalam ruangan temperature rendah (21-230C) kamar (A), yang lainnya (P1;P2;P3) dalam ruangan temperature tinggi (34,5-350C) kamar (B). Kelompok P1 hanya diberikan perlakuan dengan pamberian air, Kelompok P2 dan P3 diberikan perlakuan berturut-turut dengan dosis normal (1gram/4lt air) dan dosis ganda (2 gram/4lt air) elektrolit komersial dan multivitamin. Setelah tujuh belas hari pemberian perlakuan terhadap broiler pada organ jantung dengan pengujian secara makropatologi dan histopatologi. Data yang dikumpulkan berupa berat jantung yang kemudian dianalisa dengan tes Anava dan data perubahan histology dianalisa dengan tes Kruskal-wallis tes. Penelitian ini menunjukkan bahwa yang kedua-duanya yang normal maupun yang dosis ganda suplementasi elektrolit dan multivitamin belum bisa untuk mencegah perubahan patologi pada broiler yang terkena stress panas.

Kata kunci: stres panas, elektrolit dan multivitamin.

#### Pendahuluan

Ayam ras adalah jenis unggas yang sangat peka terhadap *stressor*, termasuk stress oleh suhu panas yang berasal dari lingkungan atau yang sering disebut dengan *heat stress* (Leandro, 2004). Kombinasi antara suhu lingkungan dengan kelembaban yang tinggi diketahui dapat mengakibatkan kerugian yang nyata pada peternakan ayam ras, sebagai akibat dari morbiditas dan mortalitas yang ditimbulkan (Anderson dan Carter, 1998). Pada industri peternakan ayam di Amerika Serikat, kerugian ekonomi akibat *heat stress* dilaporkan dapat mencapai 128 hingga 165 juta dollar Amerika setiap tahunnya, sedangkan laporan tentang hal yang sama di Indonesia belum pernah ada (Piere *et al.*, 2003).

Seperti umumnya hewan berdarah panas, golongan unggas termasuk ayam ras perlu terus menerus mempertahankan suhu tubuhnya untuk tetap berada pada batasan tertentu yang sempit,

yaitu pada kisaran 41-42°C. Pada saat suhu lingkungan melebihi kemampuan ayam dalam menjaga homeothermi tubuhnya, maka keseimbangan suhu menjadi terganggu, dimana suhu badan ayam akan cenderung meningkat hingga mengakibatkan homeostasis berbagai fungsi normal organ tubuh menjadi terganggu (Mehta dan Shingari, 1999).

Pada ayam broiler, *heat stress* mengakibatkan sekresi catecholamine oleh medulla kelenjar korteks adrenal meningkat, yang berakibat pada meningkatnya denyut jantung (*heart rate*) dan laju pernafasan (*respiration rate*) (Gregory, 1998). *Heat stress* kronis juga menyebabkan hipoksia sebagai akibat dari turunnya *packed cell voluees* (PCV) dan konsentrasi hemoglobin (Hb) (Altan *et al.*, 2000). Telah diketahui bahwa hipoksia merupakan penyebab utama dari cedera jaringan (Cheville, 1999) dan kombinasi antara hipoksia disertai paparan suhu lingkungan yang tinggi diyakini merupakan

penyebab utama terjadinya gangguan fungsi jantung yang berujung pada kematian pada broiler (Aengwanich and Simaraks, 2004).

Strain-strain baru ayam broiler yang dicirikan dengan sifat pertumbuhan yang cepat, sangat peka terhadap kejadian gagal jantung. Secara klinis kegagalan fungsi jantung ini ditandai dengan ascites dan proses kematian yang mendadak atau dikenal dengan *sudden death syndrome* (SDS), terutama pada ayam umur diatas 3 minggu (Olkowski, 2007).

Semenjak diketahui bahwa patogenesis *heat stress* melibatkan gangguan pada homeostasis elektrolit dan vitamin tubuh, maka suplementasi elektrolit dan multivitamin mulai banyak digunakan untuk mengurangi dampak buruk akibat *heat stress* pada industri industri peternakan ayam broiler, terutama di puncak musim panas diseluruh dunia (Lavergne, 2004).

Menurut Lavergne, (2004) selain elektrolit, penambahan multivitamin, terutama vitamin C dan E pada pakan atau minum dapat dipakai sebagai *thermotolerance agent* yang patut dipertimbangkan untuk mengurangi dampak buruk akibat *heat stress* pada ayam komersial selama puncak musim panas. Penambahan vitamin E (30-40mg/kg) menyebabkan kalkun serta ternak unggas lainnya menjadi lebih tahan terhadap paparan berbagai stress dan infeksi virus (Zdunczyk *et al.*, 2002). Dilaporkan pula bahwa suplementasi vitamin E dan *trace mineral* seperti selenium pada pakan terbukti secara dramatis dapat meningkatkan sintesis bakal kuning telur dan produksi telur selama paparan *heat stress* kronis pada layer (Utomo *et al.*, 1993).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan *broiler* yang mendapat suplementasi elektrolit dan multivitamin dalam mentoleransi perubahan suhu lingkungan yang meningkat, dengan mengamati perubahan patologi jantung.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan *broiler* yang mendapat suplementasi elektrolit dan multivitamin dalam mentoleransi perubahan suhu lingkungan yang meningkat, dengan mengamati perubahan patologi jantung.

### Metode Penelitian

Satu minggu sebelum DOC dating dilakukan desinfeksi pada ruangan, kandang dan peralatan lainnya. Sebanyak 24 ekor DOC *strain* Hubbard dipelihara selama 21 hari sesuai dengan standar pemeliharaan broiler pada ruangan A. Selama pemeliharaan ayam diberi pakan dengan formulasi standar untuk *broiler* tahap awal (*stater*) dengan merk dagang CP 511 produksi PT.

Charoen Pokphand, serta diberi air minum yang berasal air bersih PDAM Surabaya.

Sebanyak 24 ekor ayam *broiler* dibagi secara acak menjadi empat kelompok perlakuan, dimana masing-masing perlakuan terdapat 6 ulangan. Kelompok control (P0) dipelihara pada Ruangan A dengan kisaran suhu antara 21 - 23°C + air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin; kelompok P1;P2;P3 dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5 - 35°C, dimana kelompok P1 hanya diberi air minum tanpa suplemen elektrolit dan multivitamin; kelompok P2 dan P3 diberi suplemen elektrolit dan multivitamin komersial masing-masing dengan dosis normal (1 gram/ 4 liter air) dan dua kali dosis normal (2 gram/ 4 liter air).

### Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jantung pada broiler yang terpapar *heat stress* mengalami pertambahan berat jantung sebagai akibat dari pelebaran ruang serta menebalnya dinding ventrikel kanan. Dimana pertambahan berat jantung tersebut terjadi pada hamper semua kelompok yang mendapat perlakuan stressor panas (kamar B).

Pada kondisi yang ideal, broiler dapat melakukan respirasi secara normal sehingga detak jantung pun berdetak secara normal pula. Namun dalam kondisi panas pada broiler yang terdapat pada ruangan B melalui perlakuan P1, P2, dan P3. Broiler mengalami kesulitan dalam menjaga keseimbangan antara panas yang diterima (baik panas yang berasal dari hasil metabolisme tubuh ataupun yang berasal dari lingkungan) dengan panas yang dikeluarkan (*heat loss*).

Golongan unggas tidak memiliki kelenjar keringat yang berguna untuk mendinginkan kulit seperti halnya pada mamalia, sehingga pada paparan suhu tinggi, unggas akan mengurangi panas tubuh dengan cara evaporasi melalui saluran pernafasan (*panting*). Dalam kondisi seperti ini, respirasi pada broiler akan mengalami peningkatan yang akan menyebabkan broiler mengalami *heat stress*. Dampak tersebut dapat menyebabkan terjadinya hipertrofi cordis yang menyebabkan perubahan patologi anatomi jantung pada broiler yang mengalami perlakuan *heat stress*, terutama pada ventrikel kanan yang ditandai dengan bertambahnya berat jantung sebagai akibat pelebaran ruang dan penebalan dinding ventrikel.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan, dimana kelompok kontrol (P0) yaitu kelompok yang dipelihara pada suhu ideal *broiler*

yaitu dalam kisaran suhu 21-23°C (ruangan A) menunjukkan skor perubahan patologi terendah dan berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap semua kelompok perlakuan (P1; P2; dan P3) yang mendapat stres panas suhu 34-35°C (kamar B).

Pada kelompok yang tidak mendapat stressor panas (P0) persentase kejadian kongesti adalah 3 % dan jauh lebih kecil dibandingkan dengan kelompok yang mendapat stressor panas dan tidak diberi suplementasi elektrolit dan multivitamin (kelompok P2) maupun pada kelompok yang mendapat stressor panas dan diberi suplementasi elektrolit dan multivitamin (kelompok P3 dan P4), yaitu masing-masing 100%, 86%, dan 50% berturut-turut untuk P1, P2 dan P3.

Berdasarkan data di atas nampak bahwa suplementasi elektrolit dan multivitamin komersial dua kali dosis normal (2 mg/4 liter air) yang diberikan pada P3, menunjukkan persentase kejadian kongesti yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan kelompok P1 dan P2.

Sehingga kejadian di atas menunjukkan bahwa penambahan elektrolit dan multivitamin komersial terbukti belum mampu mencegah terjadinya perubahan histopatologi pada jantung broiler setelah mengalami perlakuan heat stress kronis.

Terdapat beberapa elektrolit penting yang harus dijaga keseimbangannya dalam memelihara fungsi fisiologis normal sebagai contoh, pada saat musim panas pada broiler. Elektrolit yang dimaksud meliputi semua kation utama tubuh seperti sodium (Na), potassium/kalium (K), calcium (Ca), dan magnesium (Mg), serta golongan anion utama meliputi bicarbonat ( $\text{HCO}_3$ ), chloride (Cl), biphosphate dan ion sulphate (Brake *et al.*, 1994; McDonald *et al.*, 1999).

Menurut Naseem *et al.*, (2005), suplemen larutan potassium chlorida (KCl) 1,5 % dan 0,5% natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), serta kombinasi keduanya terbukti secara bermakna ( $p < 0,01$ ) dapat memperbaiki kadar potassium, calcium dan bicarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) plasma darah pada broiler umur 5 minggu, serta meningkatkan *feed intake* dan *feed conversion rate* (FCR) pada broiler yang terpapar *heat stress*, dibandingkan dengan kelompok yang hanya diberi *stress* panas (35°C) tanpa diberi suplemen elektrolit.

Potensi elektrolit sebagai *thermotolerance agent* juga dilaporkan oleh Ait-Boulhasen *et al.*, (1998), yang membuktikan bahwa suplementasi 3 %; 6 %; 9 % larutan KCl serta 8 % larutan  $\text{KHCO}_3$  terbukti dapat mencegah dampak buruk pada broiler akibat *heat stress* (37 °C) seperti menurunnya performa produksi, terjadinya alkalosis respiratorius, meningkatnya suhu tubuh,

serta rendahnya kadar kalium, calcium dan tekanan partial  $\text{CO}_2$  pada plasma darah.

Potensi suplementasi vitamin E dan C sebagai *thermotolerance agent* telah banyak dilaporkan antara lain oleh Utomo *et al.*, (1986) yang membuktikan bahwa suplementasi vitamin E dengan dosis 500 mg/kg pakan dapat mempertahankan kualitas telur pada *layer*, serta meningkatkan kadar hormon T4 pada broiler yang terpapar *heat stress* (32°C) selama dua minggu (kronis) (Kan *et al.*, 1999). Diyakini peran vitamin E dalam menjaga homeostasis pada *layer* yang terpapar *heat stress* ini, terkait dengan fungsinya dalam mencegah kerusakan berbagai jaringan dan organ akibat reaksi oksidatif yang ditimbulkan selama paparan *stress* panas.

Terdapat beberapa hal yang memungkinkan tidak efektifnya suplementasi elektrolit dan multivitamin komersial yang diberikan dalam penelitian ini, diantaranya adalah 1) jenis elektrolit yang diberikan kurang lengkap dan 2) jumlah dosis yang disarankan dalam kemasan belum optimal, sehingga produk komersial yang dipakai belum mampu untuk mencegah dan atau mengurangi pengaruh *heat stress* kronis pada broiler.

Produk elektrolit dan multivitamin komersial yang dipakai dalam penelitian ini tidak memiliki kandungan bicarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) sebagai salah satu elektrolit penting yang dibutuhkan sebagai sumber  $\text{CO}_2$  yang banyak dikeluarkan oleh broiler selama *hiperventilasi* (panting). Kekurangan dan menurunnya tekanan partial  $\text{CO}_2$  pada plasma darah mengakibatkan terjadinya alkalosis. Alkalosis menyebabkan kadar plasma kalium turun akibat meningkatnya ekskresi kalium pada ginjal.

Kan *et al.*, (2003) melaporkan *heat stress* mengakibatkan terganggunya homeostasis elektrolit pada plasma darah broiler, yang ditandai dengan menurunnya kadar  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^+$  serta meningkatnya kadar  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Na}^+$  plasma darah. Suplementasi elektrolit seperti KCl dan bikarbonat pada air minum ayam terbukti secara nyata dapat mengurangi dampak negatif akibat *heat stress* pada broiler yang ditandai dengan meningkatnya kadar kalium, calcium dan  $\text{CO}_2$  plasma (Edens *et al.*, 1995; Emery, 2004).

Kekurangan kandungan bicarbonat pada produk elektrolit dan multivitamin komersial yang digunakan pada penelitian ini diduga merupakan penyebab tidak dapat dipertahankannya kandungan beberapa elektrolit penting seperti kalium dan kalsium serta mengakibatkan meningkatnya kadar natrium dan chlorida plasma darah, sehingga pemanfaatannya

sebagai *thermotolerance agent* yang diharapkan dalam penelitian ini menjadi tidak efektif.

Hal lain yang mungkin menjadi penyebab tidak efektifnya pemanfaatan produk elektrolit dan multivitamin komersial yang digunakan dalam penelitian ini adalah karena rendahnya komposisi elektrolit dan vitamin penting yang dibutuhkan, serta kurang tepatnya dosis yang disarankan yang tertera dalam label.

Sesuai dengan aturan pemakaian yang tercantum dalam kemasan pada produk, maka dosis untuk kondisi normal adalah 1 gram/ 4 liter air dan 2 gram/ 4 liter untuk keadaan *heat stress*. Berdasarkan komposisi elektrolit dalam tiap kilogram kemasan produk seperti yang tertera dalam label (lampiran 1), maka jenis dan persentase elektrolit yang diberikan adalah berturut-turut adalah 0,15%; 0,6%; 0,15%; 0,5% dan 0,075%, masing-masing untuk Ca; K; Na; Cl; dan Mg (untuk keadaan normal), serta 0,3%; 1,2%; 0,3 %; 1 % dan 0,03% (untuk keadaan *heat stress*). Persentase jumlah elektrolit yang diberikan ini, jauh lebih kecil dibandingkan dengan pemakaiannya dalam penelitian lainnya.

Jumlah dan jenis suplemen elektrolit yang ideal untuk keperluan penanganan *heat stress* pada *broiler* menurut Naseem *et al.*, (2005) adalah 1,5 % dan 0,5% masing-masing untuk larutan potassium chlorida (KCl) dan natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>), sedangkan menurut Boulhasen *et al.*, (1998) adalah 3 %; 6 %; 9 % untuk larutan KCl, serta 8 % untuk larutan KHCO<sub>3</sub>.

### Ucapan Terima Kasih

Ibu Arimbi, M.Kes, drh selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Rudy Sukanto S, M.Sc., drh selaku dosen pembimbing kedua atas saran dan bimbingannya sampai dengan selesainya skripsi ini. Bapak Dr. Dewa Ketut Meles, M.S., drh, Bapak Djoko Legowo, M.Kes, drh dan Ibu Dr. Mirni Lamid, M.P., drh selaku dewan penguji yang memberikan banyak masukan perbaikan untuk sempurnanya karya ini.

### Daftar Pustaka

- Aengwanich W. and Simaraks2 Suchint. 2004. Pathology of heart, lung, liver and kidney in broilers under chronic heat stress. Songklanakarin J. Sci. Technol., 2004, 26(3) : 417-424
- Ait-Boulhasen, A., Garlich, J.D., Edens, F.W. 1989. Effect of fasting and acute heat stress on body temperature, blood acid-base and electrolyte status in chickens. Comp. Biochem. Physiol. 94A: 683-687.
- Altan, O., Altan, A., Cabuk, M. And Bayraktar, H. 2000. Effect of heat stress on some blood parameter in broilers. Turk Veterinerlik Ve Hayvancilik Dergisi. 24 (2): 145-148.
- Akoso, B.T. 1993. Manual Kesehatan Unggas Panduan Bagi Petugas Teknis, Penyuluh dan Peternak. Kanisius. Yogyakarta. Hlm: 41-42.
- Anderson, K.E and T.A. Carter, 1998. Hot Weather Management of Poultry.
- Belay T., and Teeter R. G. 1996 Effects of environmental temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. Br. Poult. Sci. ;37:423- 433
- Brake, J., Ferket, P., Grimes, D. Balnave, J., Gorman J and Dibner, J.J. 1994. Optimum arginine:lysine ratio changes in hot weather. Pp: 82-104 in: Proceedings of the 21 st Carolina. Poult. Nutr. Conference, Charlotte, NC.
- Cherian, G. 2000. Metabolic and cardiovascular diseases in poultry: Role of dietary fat. Oregon State University, Corvallis.
- Cheville, N. F. 1999. Introduction to Veterinary Pathology, 2nd edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Edens, F.W., 2001. Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. Pages 349- 376 in: Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech 17th annual symposium. T.P. Lyons and K.A. Jacques (eds.), Nottingham University Press, Nottingham, U.K.
- Emery, J. 2004. Heat Stress In Poultry. International Journal of Poultry Science 2 (01): 275-281, ISSN 1682-8356
- Ewing, S. A., Lay, D. C. Jr. and Borell, E. V. 1999. Farm Animal Well - Being. Simon & Schuster Company, New Jersey.
- Ganong, W.F. 1987. Fisiologi Kedokteran. Edisi 10. diterjemahkan oleh Adji Dharma. CV ECG. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta: 251-254.
- Gregory, N. G. 1998. Animal Welfare and Meat Science. The University Press, Cambridge. Huchzermeyer, F.W., DeRuyck, A.M.C. and Van Ark, H. (1988) Broiler pulmonary hypertension syndrome. III. Commercial broiler strains differ in their susceptibility. Onderstepoort J. Vet. Res., 55, 59.

- Kan P., Mitchell M.A., Carlisle A.J., 1993. Effect of Vitamin E on Thyroid Hormone Production in Heat Stressed Broiler Chickens. Fourth European Symposium on Poultry Welfare. Universities Federation on Animal Welfare. Great Britain. P. 295-296.
- Lavergne T., 2004. Advice on Reducing Heat Stress in Poultry. LSU Ag Center. comp.1. Louisiana USA.
- Leandro, N.S.M., Gozales, E.Ferro, J.A., Givisiez, P.E.N., and Macari, M. 2004. Expression of Heat Shock Protein In Broiler after Acute and Chronic cold and Heat Stress. *J. Molecu. Repro. And Develop.* 67: 171-177.
- Martin, D. W. Jr., P. A. Meyes, and V. W. Rodwell. 1990. *Biokimia Harper*. Edisi 20, Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran, hlm 625- 628. 24.
- May J.M Qu 2.C Whitesell, R R, et al. 1996. *Free Radical Biological Medic* 20 543-51
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh C.A. Morgan, 1999. *Animal Nutrition*, 5 th ed. Addison Weseley Longman, Inc. California, pp:97-101.
- Mehta, R. K. and Shingari, B. K. 1999. Feeding under heat stress. *Poultry International: Asia Pacific Edition.* 30(9): 68-77.
- Moares, V.M.B., Malheiros, R.D., Bruggeman, V., Collin, A., TonaK., Van As, P., Onggsben, O.M., Buyse, J., Decuyper, E., Macari, M., 2003. Effect of Thermal Conditioning During Embrionic Development on Aspects of Physiological Responses of Broiler to Heat Stress. *J. Term. Biol.* 28: 133-140.
- Naseem M. T., Shamooun Naseem, M., Younus, Zafar Iqbal Ch., Aamir Ghafoor, Asim Aslam and S. AKhter. 2005. Effect of Potassium Chloride and Sodium Bicarbonate Supplementation on Thermotolerance of Broilers Exposed to Heat Stress. *International Journal of Poultry Science* 4 (11): 891-895
- Olkowski, A, 2007. Patho - physiology of heart failure in broiler chickens (structural, biochemical, and molecular characteristics). Abstract of Paper : Metabolic Disease Symposium: Metabolic and Cardiovascular Diseases in Poultry: Nutritional and Physiological Aspects. p 142.
- Palmer, Biff F., Robert J. Alpern, And Donald W. Seldin. " Physiology and Pathophysiology of Sodium Retention." In *the Kidney*, 2000, Volume II, Chapter 54, hal 1473-1517, Philadelphia
- Papas AM, 1999. *Antioxidant Status, Diet, Nutrition, and Health*. CRC Press LCL. New York.
- Prawirokusumo, S. 1990. *biokimia Nutrisi (Vitamin)*. Edisi I. BPFE. Yogyakarta
- Rochman. 2003. *Peran Temperatur Bagi Pertumbuhan Unggas*. Poultry Indonesia. Majalah Poultry Indonesia. Jakarta.
- Robbins L. Stanley and Kumar V 1987. *Patologi I*. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. Hal 66-69.
- Sherwood, L. 2004. *Human Phisiology*. Departement of Phisiology.
- Sperelakis, N., 1998. *Cell Physiology*. 2nd edition. London: Academic press, pp 236-4 Virginia 53; 791-805.
- Sunarjo. 1991. *Penataran Dasar - Dasar Metodologi Penelitian, Statistika dan Komputer*. Lemabaga Penelitian Universitas Airlangga. Surabaya.
- Surai, P.F., 1999. Tissue-specific Changes in The Activities of Antioxidant Enzymes During The Development of The Chicken Embryo. *Br. Poult. Sci.* 40:397- 405.
- Thomson, R.G., 1988. *Special Veterinary Phatology*. B.C. Decker Inc. p. 226-230.
- Turner, C. D. dan Bagnara, J.T. 1988. *Endokrinologi Umum*. Airlangga University Press. Surabaya. 241-245.
- Tehupuring , B. C. dan Hendarti, G. A. 2007. *Bahan Ajar: Anatomi Ayam*. Laboratorium Anatomi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. Hal 17-23.
- Utomo D. B., M. A. Mitchell and A.j. Carlisle, 1986. Dietary Vitamin E Supplementation Alleviates the Determinal Effect of Heat Stress in Laying Hens. Departement of Animal Production, Faculty of Veterinary Medicine, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.
- Vidyadaran, M.K., King, A.S. and Kassun, H. (1990) Quantitative Comparisons of Lung Structure of Adult Domestic Fowl and Red