

# Suplementasi Vitamin C sebagai Penangkal Cekaman Panas pada Ayam Broiler

ENGGUS KUSNADI

Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang  
Kampus Limau Manis, Kotak Pos 79 Padang 25163

(Diterima dewan redaksi 8 Agustus 2006)

## ABSTRACT

KUSNADI, E. 2006. Supplementation of vitamin C as anti heat-stress agen of broilers. *JITV* 11(4): 249-253.

High environmental temperatures may cause heat stress for poultry. This may increase water consumption, decrease feed consumption and in turn, decrease production level. This experiment was conducted to study the supplementation of vitamin C as anti heat-stress agent for broilers. In this research, 72 broilers aged 21 days were used. The treatment is two kinds, first, two poultry house temperatures (32 and 24°C as warm temperature and cool temperature respectively) and second, four levels supplementation of vitamin C (0, 250, 500 and 750 ppm of ration as C0, C250, C500 and C750 respectively). Variables measured were feed consumption, body weigh gain, and abdominal lipid and feed conversion. The data collected were analyzed based on split plot design in completely random design and continued to the contrast-orthogonal test when it was significantly different. The result indicated that vitamin C significantly ( $P<0.05$ ) increased feed consumption and body weigh gain. The warm temperature significantly ( $P<0.05$ ) decreased feed consumption and body weigh gain. Feed conversion of C250, C500 and C750 in warm temperature were significantly ( $P<0.05$ ) lower than that of C0. The supplementation of 250 ppm vitamin C (C250) was the most effective as anti heat-stress agent for broilers kept at warm temperature.

**Key Words:** Vitamin C, Broiler, Heat-Stress

## ABSTRAK

KUSNADI, E. 2006. Suplementasi vitamin C sebagai penangkal cekaman panas pada ayam broiler. *JITV* 11(4): 249-253.

Tingginya suhu lingkungan dapat mengakibatkan unggas mengalami cekaman panas, sehingga konsumsi air minum meningkat, sementara konsumsi ransum serta produksi akan menurun. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari suplementasi vitamin C sebagai penangkal cekaman panas pada ayam broiler. Ayam broiler sebanyak 72 ekor umur 21 hari diacak untuk mendapatkan satu dari enam kombinasi perlakuan data rancangan faktorial 2 x 3. Faktor pertama adalah dua level suhu kandang (32 dan 24°C, masing-masing sebagai suhu panas dan suhu dingin) dan faktor kedua adalah empat level suplementasi vitamin C (0, 250, 500 dan 750 ppm dari ransum, masing-masing sebagai C0, C250, C500 dan C750). Peubah yang diukur meliputi konsumsi ransum, penambahan bobot hidup, kandungan lemak abdomen dan konversi ransum. Data yang dihasilkan dianalisis menggunakan Rancangan Petak Terbagi dalam Rancangan Acak Lengkap, sementara uji lanjut menggunakan uji kontras ortogonal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa level vitamin C nyata ( $P<0,05$ ) meningkatkan konsumsi ransum dan penambahan bobot hidup. Suhu panas nyata ( $P<0,05$ ) menurunkan konsumsi ransum, dan penambahan bobot hidup. Konversi ransum pada C250, C 500 dan C750 pada suhu panas, nyata ( $P<0,05$ ) lebih rendah dibandingkan dengan C0. Suplementasi vitamin C sebanyak 250 ppm paling efektif sebagai penangkal cekaman panas pada ayam broiler.

**Kata Kunci:** Vitamin C, Broiler, Cekaman Panas

## PENDAHULUAN

Tingginya suhu lingkungan di daerah tropis pada siang hari (dapat mencapai 34°C) dapat mengakibatkan terjadinya penimbunan panas dalam tubuh, sehingga ternak mengalami cekaman panas. Ayam broiler termasuk hewan *homeothermis* dengan suhu nyaman 24°C, akan berusaha mempertahankan suhu tubuhnya dalam keadaan relatif konstan antara lain melalui peningkatan frekuensi pernafasan dan jumlah konsumsi air minum serta penurunan konsumsi ransum. Akibatnya, pertumbuhan ternak menjadi lambat dan

produksi/produktivitas menjadi rendah. Tingginya suhu lingkungan dapat juga menyebabkan terjadinya cekaman oksidatif dalam tubuh, sehingga menimbulkan munculnya radikal bebas yang berlebihan (MILLER *et al.*, 1993; ARUOMA, 1999). Radikal bebas dapat menimbulkan peroksidasi lemak membran, sehingga radikal bebas tersebut dapat menyerang DNA dan protein (RAHMAN, 2003).

Hasil penelitian MAY dan LOTT (2001) menunjukkan bahwa bobot hidup ayam broiler jantan umur 7 minggu pada suhu 18°C adalah 3407 g dan nyata lebih berat dibandingkan dengan bobot ayam

broiler yang dipelihara pada suhu 30°C, yakni 2714 g. Penurunan konsumsi ransum diperkirakan dapat mencapai 17% setiap kenaikan suhu lingkungan sebesar 10°C pada suhu lingkungan di atas 20°C (AUSTIC, 1985). Hasil penelitian AIN BAZIS *et al.* (1996) menunjukkan bahwa konsumsi ransum ayam broiler menurun sebesar 3,6% setiap peningkatan suhu lingkungan 1°C (pada suhu ruang antara 22 dan 32°C). Keadaan tersebut diikuti dengan turunnya pertambahan bobot hidup sebesar 46% pada ayam broiler umur 4 sampai 7 minggu. Menurunnya konsumsi ransum pada suhu lingkungan tinggi, tiada lain merupakan usaha ayam mengurangi penimbunan panas dalam tubuh, walaupun harus diikuti dengan rendahnya pertumbuhan.

Dari sekian banyak antioksidan yang murah dan banyak digunakan untuk meredam radikal bebas adalah vitamin C, disamping antioksidan lainnya seperti vitamin E, antioksidan enzimatis serta beberapa zat aktif pada tanaman obat yang tergolong ke dalam senyawa fenol. Ditinjau dari rumus bangunnya, vitamin C memiliki 2 gugus hidroksil yang mudah teroksidasi, sehingga akan dengan mudah melepaskan elektron dan hidrogennya untuk didonorkan kepada radikal bebas sehingga radikal bebas tersebut tidak reaktif atau stabil (SEDIAOETAMA, 1987). Terlepasnya 1 buah elektron dan 1 buah hidrogen, vitamin C menjadi radikal tetapi dengan keluarnya 1 elektron berikutnya dapat berubah kembali radikal vitamin C menjadi stabil. Kelebihan lain dari vitamin C, yakni mampu mengembalikan radikal tokoferol menjadi alfa tokoferol yang stabil (HASLAN, 2001).

Ayam memiliki enzim gulonolakton oksidase sehingga mampu mensintesis vitamin C dalam tubuhnya, namun pada kondisi cekaman panas, produksi vitamin C tersebut menurun, sehingga kebutuhannya meningkat. Keadaan tersebut membuktikan bahwa vitamin C selain dapat digunakan untuk mengatasi cekaman dingin (SAHIN dan SAHIN, 2002), juga dapat digunakan untuk mengatasi cekaman panas pada ayam (PUTHPONGSIRIPORN *et al.*, 2001). Oleh karena itu, dirasa perlu untuk melakukan penelitian tentang peranan vitamin C dalam menangkal cekaman panas pada ayam broiler.

## MATERI DAN METODE

Sejumlah 72 ekor ayam broiler strain AA CP 707 umur 3 – 5 minggu dipergunakan pada penelitian ini. Secara acak ayam tersebut dibagi ke dalam 24 buah sangkar. Sebanyak 12 buah sangkar pertama ditempatkan pada ruangan yang menggunakan pemanas (*heater*) dengan suhu rata-rata 32°C dan 12 buah sangkar berikutnya ditempatkan pada ruangan yang menggunakan pendingin atau *air conditioner* (AC) dengan suhu rata-rata 24°C. Perlakuan dalam penelitian ini meliputi dua tingkat suhu ruang (32°C dan 24°C)

dan empat tingkat suplementasi vitamin C (dicampur air minum), yakni 0, 250, 500 dan 750 ppm. Pemberian vitamin C dilakukan pada pagi hari (pukul 06:00 sampai dengan 08:00), setelah 2 jam sebelumnya ayam tidak diberi minum. Hal ini dimaksudkan agar air yang telah mengandung vitamin C betul-betul habis dikonsumsi. Vitamin C yang diberikan merupakan vitamin C komersial buatan China dengan kemurnian 90%, sementara ransumnya merupakan ransum komersial produksi PT Charoen Phokphand dengan kandungan energi 3200 k kal/kg dan protein 21%, yang diberikan *ad libitum*.

Peubah yang diukur meliputi:

1. Konsumsi ransum diukur setiap minggu, yakni dengan mengurangkan jumlah ransum yang diberikan dengan ransum sisa.
2. Pertambahan bobot hidup diukur setiap minggu, dengan mengurangkan bobot hidup akhir dengan bobot hidup awal.
3. Kandungan lemak abdomen, diukur pada akhir penelitian dengan cara menimbang semua lemak yang ada pada perut, dibandingkan dengan bobot ternak kali 100%.
4. Konversi ransum diamati pada umur 5 minggu dengan membagi konsumsi ransum dengan pertambahan bobot hidup.

Data yang dihasilkan dianalisis menggunakan Rancangan Petak Terbagi dalam Rancangan Acak Lengkap 2 x 4 (2 tingkat suhu ruangan dan 4 tingkat suplementasi vitamin C) dengan 3 ulangan. Jika pada analisis keragaman dihasilkan pengaruh yang nyata, maka dilakukan dengan uji lanjut kontras ortogonal (STEEL dan TORRIE, 1980).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penimbangan bobot hidup umur 3 minggu diperoleh rata-rata 801 ± 53 g, sementara bobot akhirnya pada umur 5 minggu diperoleh rata-rata 1564 ± 353 g. Selanjutnya rata-rata konsumsi ransum (KR) dan pertambahan bobot hidup (PBH) dapat dilihat pada Tabel 1, sementara kandungan lemak abdomen dan konversi ransum dapat dilihat masing-masing pada Tabel 2 dan 3. Dari hasil analisis keragaman terbukti bahwa suhu ruang dan pemberian vitamin C nyata ( $P < 0,05$ ) mempengaruhi konsumsi ransum dan pertambahan bobot hidup, sementara konversi ransum dipengaruhi secara nyata ( $P < 0,05$ ) oleh interaksi tingkat vitamin C dengan suhu ruang.

Pada Tabel 1, nampak bahwa rata-rata konsumsi ransum pada suhu tinggi adalah 1167 g, nyata ( $P < 0,05$ ) lebih sedikit dibandingkan pada suhu rendah yakni 1918 g. Hal serupa terjadi pula pada pertambahan bobot hidup yakni dari 442 g pada suhu tinggi menjadi 1075 g pada suhu rendah. Hasil ini membuktikan bahwa suhu

**Tabel 1.** Konsumsi ransum dan penambahan bobot hidup ayam broiler yang diberi vitamin C 0 (C0), 250 (C250), 500 (C500) dan 750 ppm (C750) pada suhu 32<sup>o</sup>C dan 24<sup>o</sup>C

Peubah	Suhu ruang ( <sup>o</sup> C)	Level vitamin C (ppm)				Rataan
		0	250	500	750	
KR (g)	32	972 ± 6	1223 ± 119	1198 ± 8	1275 ± 105	1167 ± 158 <sup>A</sup>
	24	1899 ± 30	1944 ± 13	1915 ± 17	1915 ± 23	1918 ± 29 <sup>B</sup>
	Rataan	1436 ± 511 <sup>a</sup>	1584 ± 406 <sup>b</sup>	1556 ± 399 <sup>b</sup>	1595 ± 360 <sup>b</sup>	
PBH (g)	32	305 ± 23	467 ± 79	480 ± 61	517 ± 46	442 ± 103 <sup>A</sup>
	24	1034 ± 16	1080 ± 53	1120 ± 29	1064 ± 40	1075 ± 50 <sup>B</sup>
	Rataan	670 ± 400 <sup>a</sup>	774 ± 344 <sup>b</sup>	800 ± 354 <sup>b</sup>	791 ± 303 <sup>b</sup>	

Huruf kecil yang berbeda ke arah baris pada peubah yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)  
Huruf besar yang berbeda ke arah lajur pada peubah yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

**Tabel 2.** Persentase lemak abdomen ayam broiler yang diberi vitamin C 0, 250, 500 dan 750 ppm pada suhu 32<sup>o</sup>C dan 24<sup>o</sup>C

Suhu ruang ( <sup>o</sup> C)	Level vitamin C (ppm)				Rataan
	0	250	500	750	
32	1,272	1,629	1,497	1,733	1,533 <sup>b</sup>
24	1,148	1,495	1,292	1,138	1,268 <sup>a</sup>
Rataan	1,265	1,567	1,395	1,435	

Superskrip yang sama ke arah lajur menunjukkan tidak berbeda nyata (P<0,05)

**Tabel 3.** Konversi ransum ayam broiler yang diberi vitamin C 0, 250, 500 dan 750 ppm pada suhu 32<sup>o</sup>C dan 24<sup>o</sup>C

Suhu ruang ( <sup>o</sup> C)	Level vitamin C (ppm)			
	0	250	500	750
32	3,20 ± 0,24 <sup>c</sup>	2,65 ± 0,19 <sup>b</sup>	2,51 ± 0,13 <sup>b</sup>	2,47 ± 0,03 <sup>b</sup>
24	1,84 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,80 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,71 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,80 ± 0,05 <sup>a</sup>

Superskrip yang sama ke arah lajur/baris menunjukkan tidak berbeda nyata (P<0,05)

lingkungan yang tinggi dapat menyebabkan penimbunan panas dalam tubuh. Untuk mengurangi penimbunan panas yang lebih banyak, ayam berusaha mengurangi konsumsi ransum. Sebagai konsekuensinya terjadi penurunan PBH. Turunnya produksi pada kondisi cekaman panas, disebabkan antara lain berkurangnya retensi nitrogen, sebagai akibat menurunnya daya cerna protein dan beberapa asam amino (ZUPPRIZAL *et al.*, 1993; TABIRI *et al.*, 2000), peningkatan pengeluaran beberapa mineral dan vitamin pada urine (BELAY *et al.*, 1992; BANZIE *et al.*, 1999) serta adanya gangguan sistem endokrin serta metabolik. GERAERT *et al.* (1996) melaporkan bahwa suhu lingkungan berpengaruh terhadap kadar hormon

triiodotironin (T<sub>3</sub>). Hormon T<sub>3</sub> berfungsi antara lain untuk meningkatkan sintesis protein dan metabolisme secara umum melalui peningkatan konsumsi oksigen. Pengeluaran hormon T<sub>3</sub> akan berkurang karena rendahnya sekresi *thyroid stimulating hormone* (TSH) dari hipotalamus sebagai konsekuensi dari tingginya suhu lingkungan.

Selanjutnya pada Tabel 1, nampak pula bahwa pemberian vitamin C nyata (P<0,05) meningkatkan konsumsi ransum dan PBH. Konsumsi ransum meningkat dari 1436 g pada kontrol menjadi 1584, 1556 dan 1595 g masing-masing untuk C250, C500 dan C750, sementara PBH meningkat dari 670 g pada kontrol menjadi 774, 800 dan 791 g, masing-masing

untuk C250, C500 dan C750. Vitamin C diperlukan dalam sintesis protein kolagen (sekitar 30% dari protein tubuh) melalui proses hidroksilasi prolin dan lisin (KIPP *et al.*, 1996). Reaksi tersebut dikatalisis oleh enzim prolilhidroksilase dan lisilhidroksilase yang juga membutuhkan ion  $Fe^{2+}$  (COMBS, 1992). Oleh karena itu dapat dipahami bila pemberian vitamin C dapat meningkatkan konsumsi ransum yang diikuti dengan penambahan bobot hidup.

Dari uji kontras ortogonal terbukti pula bahwa pemberian vitamin C dapat meningkatkan PBH pada suhu ruang panas. Ayam termasuk kelompok hewan yang mampu mensintesis vitamin C, namun pada kondisi panas, sintesis vitamin C tersebut menurun sehingga kebutuhannya justru meningkat (PEEBLES dan BRAKE, 1985). Hasil ini sejalan dengan penelitian ANIM *et al.* (2000) bahwa vitamin C dapat digunakan untuk menangkai cekaman pada ayam. Vitamin C merupakan antioksidan yang larut dalam air, yang mampu meredam radikal bebas dengan cara memberikan atom hidrogen dan elektron kepada radikal bebas, sehingga akan menghentikan atau mengurangi proses cekaman oksidatif lebih lanjut (BLOKHINA, 2000). Telah terbukti pula bahwa pemberian vitamin C mampu meningkatkan sintesis protein, sementara katabolisme protein yang banyak menghasilkan panas justru dikurangi, akibatnya ayam akan merasa lebih nyaman (tidak dalam kondisi tercekam). Kenyamanan akan merangsang pusat lapar yang berada di hipotalamus sementara pusat haus dihambat. Selanjutnya kenyamanan pun akan merangsang TSH (*thyroid stimulating hormone*) di hipotalamus, sehingga kelenjar tiroid akan meningkatkan sekresi hormon tiroid baik tiroksin ( $T_4$ ) maupun triiodotironin ( $T_3$ ). Akibatnya, ayam yang nyaman akan meningkatkan konsumsi ransum, metabolisme secara umum melalui peningkatan konsumsi oksigen serta penambahan bobot hidup (COOPER dan WASHBURN, 1998).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu  $24^{\circ}C$ , semua *level* pemberian vitamin C tidak mempengaruhi konsumsi ransum dan PBH. Hasil ini membuktikan bahwa kebutuhan vitamin C pada suhu nyaman dapat terpenuhi dari sintesis dalam tubuh ayam, sehingga tidak diperlukan penambahan vitamin C (KUTLU dan FORBES, 1993).

Dari Tabel 2 nampak bahwa persentase lemak abdomen ternak yang dipelihara pada suhu lingkungan lebih panas nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pada suhu rendah. Hal ini dapat dipahami karena pada suhu tinggi biasanya ayam tidak banyak melakukan aktivitas (gerak), sehingga terjadi penimbunan lemak dalam abdomennya. Keadaan tersebut sejalan dengan hasil penelitian BANZIE *et al.* (1996) dan GERAERT *et al.* (1996).

Pemberian vitamin C tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan lemak abdomen. Kemungkinan

efek vitamin C akan lebih nampak terhadap kandungan lemak karkas, yang dalam penelitian ini tidak diamati. Vitamin C diperlukan dalam sintesis karnitin (4-trimetilamino-3-hidroksibutirat), yaitu senyawa yang berguna dalam transfer asam lemak ke mitokondria untuk dioksidasi. Acyl-CoA diangkut oleh karnitin dengan bantuan enzim *carnitine palmitoyl transferase I*, menghasilkan lepasnya senyawa Co-A menuju pool yang berada di sitoplasma. Selanjutnya kompleks acyl-carnitine masuk ke matriks mitokondria sehingga senyawa acyl bergabung dengan Co-A dari pool mitokondria, sementara karnitin kembali ke sitosol untuk mengangkut acyl-CoA berikutnya (VOET *et al.*, 1999).

Dari hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa tingkat vitamin C pada suhu tinggi yang paling baik sebanyak 250 ppm. Hal ini ditunjang dari nilai konversi ransum (Tabel 3), yang menunjukkan adanya pengaruh interaksi dari tingkat vitamin C dengan suhu ruang terhadap konversi ransum. Pada semua tingkat vitamin C, konversi ransum pada suhu rendah menunjukkan lebih baik dibandingkan dengan konversi ransum pada suhu tinggi. Keadaan tersebut membuktikan bahwa pemeliharaan pada suhu tinggi, selain mengurangi konsumsi ransum dan pertumbuhan, juga dapat mengurangi efisiensi pemanfaatan ransum. Namun pada suhu tinggi, konversi ransum pada pemberian vitamin C 250, 500 dan 750 ppm, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, tetapi konversi ransum ketiganya lebih baik dibandingkan konversi ransum pada kontrol.

## KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Suhu ruang  $32^{\circ}C$ , nyata menurunkan konsumsi ransum, penambahan bobot dan efisiensi penggunaan ransum, namun persentase lemak abdomen meningkat dibandingkan dengan pada suhu ruang  $24^{\circ}C$ .
2. Suplementasi vitamin C sebanyak 250 ppm dapat digunakan untuk mengatasi cekaman panas pada ayam broiler.

## DAFTAR PUSTAKA

- AIN BAZIZ, H., P.A. GERAERT, J.C.F. PADILHA and S. GUILLAUMIN. 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poult. Sci.* 75: 505-513.
- ANIM, A.J., T.L. LIN, P.Y. HESTER, D. THIAGARAJAN, B.A. WATKINS and C.C. WU. 2000. Ascorbic acid supplementation improved antibody response to infectious bursal disease vaccination in chickens. *Poult. Sci.* 79: 680-688.

- ARUOMA, O.I. 1999. Free radicals, antioxidants and international nutrition. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 8: 53 – 63.
- AUSTIC, R.E. 1985. Feeding poultry in hot and cold climates. *In: Stress Physiology in Livestock*. Edited by M.K.YOUSEF (Ed). CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida Vol. III: 124 – 136.
- BELAY, T., C.J. WIERNUSZ and R.G. TEETER. 1992. Mineral balance and urinary and fecal mineral excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat-distressed environments. *Poult. Sci.* 71: 1043 – 1047.
- BENZIE, I., M. PHIL, D. PHIL, FIBMS and J.J. STRAIN. 1999. Effect of vitamin C supplementation on concentration of vitamin C and E in fasting plasma. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 8: 207 - 210.
- BLOKHINA, O. 2000. Anoxia and oxidative stress: Lipid peroxidation, mitochondrial functions in plants antioxidant status and mitochondrial functions in plants. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/bioti/vk/blokhina/anoxiaan.html> (20 Desember 2003).
- COMBS, G.F. 1992. The Vitamins, Fundamental Aspects in Nutrition and Health. Academic Press. Inc- A division of Harcourt Brace & Company – Toronto. pp 223-249.
- COOPER, M.A. and K.W. WASHBURN. 1998. The relationship of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. *Poult. Sci.* 77: 237-242.
- GERAERT, P.A., J.C.F. PADHILHA and S. GUILLAUMIN. 1996. Metabolic and endocrine changes by chronic heat exposure in broiler chickens: Biological and endocrinological variables. *Br. J. Nutr.* 75: 205-216.
- HASLAM, E. 2001. Plant polyphenols: Old wine in new bottles. <http://www.rsc.org/is/journal/j1.html>. (25 Januari 2004).
- KIPP, D.E., C.E. GREY, M.E. MCELVAIN, D.B. KIMMEL, R.G. ROBINSON and B.P. LUKERT. 1996. Long-term low ascorbic acid intake reduces bone mass in Guinea pigs. *J. Nutr.* 126: 2044-2049.
- KUTLU, H.R. and J.M. FORBES. 1993. Changes in growth and blood parameters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. *Livest. Prod. Sci.* 36: 335 – 350.
- MAY, J.D. and B.D. LOTT. 2001. Relating weight gain and feed: Gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poult. Sci.* 80: 581-584.
- MILLER, J.K., E.B. SLEBODZUNSKA and F.C. MADSEN. 1993. Oxidative stress, antioxidant, and animal function. *J. Dairy Sci.* 76: 2812-2823.
- PEEBLES, E.D. and J. BRAKE. 1985. Relationship of dietary ascorbic acid to broiler breeder performance. *Poult. Sci.* 64: 2041-2048.
- PUTHPONGSIRIPORN, U., S.E. SCHEIDELER, J.L. SELL and M.M. BECK. 2001. Effects of vitamin E and C supplementation on performance, *in vitro* lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. *Poult. Sci.* 80: 1190-1200.
- RAHMAN, I. 2003. Oxidative stress, chromatin remodelling and gene transcription in inflammation and chronic lung disease. *J. Biochem. Mol. Biol.* 36: 95-109.
- SAHIN, K. and N. SAHIN. 2002. Effect of chromium picolinate and ascorbic acid dietary supplementation on nitrogen and mineral excretion of laying hens reared in low ambient temperature (7°C). *Acta Vet. Brno.* 71: 183-189.
- SEDIAOETAMA, A.D. 1987. Vitaminologi. Balai Pustaka. Jakarta.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1980. Principles and Procedures of Statistic. The 2nd. Ed. Mc. Graw-Hill. Book Comp, New York.
- TABIRI, H.Y., K. SATO, K. TAKAHASHI, M. TOYOMIZU and Y. AKIBA. 2000. Effects of acute heat stress on plasma amino acids concentration of broiler chickens. *Jpn. Poult. Sci.* 37: 86-94.
- VOET, D., J.G. VOET and C.W. PRATT. 1999. Fundamentals of Biochemistry. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- ZUPPRIZAL, M. LAERBIR, A.M. CHAGNEAU and P.A. GERAERT. 1993. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. *Poult. Sci.* 72: 289 – 295.