

Pemberian Antanan (*Centella asiatica*) dan Vitamin C Sebagai Upaya Mengatasi Efek Cekaman Panas pada Broiler

E. Kusnadi^a, R. Widjajakusuma^b, T. Sutardi^c, P.S. Hardjosworo^c & A. Habibie^d

^aJurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang

^bJurusan Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan Insititut Pertanian Bogor

^cFakultas Peternakan Insititut Pertanian Bogor

^dKementerian Koordinator Bidang Perekonomian, Gedung Departemen Keuangan Jakarta

(Diterima 17-01-2006; disetujui 05-10-2006)

ABSTRACT

High environmental temperatures may cause heat stress in poultry. This may increase water consumption, decrease feed consumption and in turn, decrease production level. In addition, high temperature contributes to oxidative stress, a condition where oxidant activity (free radicals) exceeds antioxidant activity. In this research, antanan (*Centella asiatica*) and vitamin C were utilized as anti heat-stress agents for heat stressed broilers. The research used 120 male broilers of 2 – 6 weeks of age, kept at $31.98 \pm 1.94^\circ\text{C}$ poultry house temperatures during the day and $27.36 \pm 1.31^\circ\text{C}$ at night. The data collected were analyzed with a factorial in completely randomized design of 2×3 (2 levels of vitamin C, 3 levels of antanan and 4 replications) and continued with contrast-orthogonal test when necessary. The result indicated that the treatments of 5% antanan (A5), 10% antanan (A10), combination of A5C, and A10C significantly ($P < 0.05$) increased the plasma triiodothyronine hormone from 101 ng/dL to 113, 110, 121, 119 and 126 ng/dL respectively; carcass protein from 16.5% to 17.8%, 19.1%, 19.2%, 17.3% and 18.1%; feed consumption from 2711 g to 3026, 3071, 2883, 3156 and 2935 g and body weight gain from 1181 g to 1297, 1347, 1254, 1376 and 1330 g. It could be concluded that the combination of addition 5% antanan and vitamin C 600 ppm is the most effective as anti heat-stress agent in broilers.

Key words : *Centella asiatica*, vitamin C, heat stress, broiler

PENDAHULUAN

Suhu keliling yang tinggi dapat mengakibatkan terjadinya penimbunan panas dalam tubuh, sehingga tubuh akan mengalami cekaman panas. Ayam yang termasuk hewan homeothermis akan berusaha mempertahankan suhu tubuhnya dalam keadaan relatif konstan antara lain melalui peningkatan pernafasan dan

konsumsi air minum serta penurunan konsumsi ransum. Akibatnya, akan terjadi penurunan dalam pertumbuhan dan produksi/produktivitas. Kondisi tersebut nampaknya akan terjadi pada pemeliharaan ayam broiler di daerah panas yang suhu lingkungannya dapat mencapai 34°C pada siang hari, sementara suhu keliling yang nyaman bagi ayam broiler sekitar $21 - 24^\circ\text{C}$ (Charles, 1981).

Penelitian Bonnet *et al.* (1997) menunjukkan bahwa konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan ayam broiler umur 4 s/d 6 minggu yang dipelihara pada suhu lingkungan 32°C masing-masing 1470 g dan 515 g. Sementara pada suhu 22°C konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan (PBB) tersebut masing-masing 2226 g dan 1084 g. Tingginya suhu lingkungan tersebut, selain menurunkan asupan nitrogen dan mineral, ternyata juga menurunkan retensi keduanya. Hal serupa dibuktikan pula oleh May & Lott (2001) di mana pertambahan bobot badan ayam broiler jantan umur 3 s/d 7 minggu pada suhu 30°C adalah 1869 g, nyata lebih rendah dibandingkan pemeliharaan pada suhu 22°C yang pertambahan berat badannya mencapai 2422 g, sedangkan konversi ransum (konsumsi ransum/PBB) menurun dari 3,28 menjadi 2,54. Artinya terjadi penurunan efisiensi penggunaan ransum jika suhu keliling lebih tinggi.

Penurunan performa ayam pada suhu keliling tinggi, secara fisiologis dapat dijelaskan antara lain karena rendahnya sekresi hormon tiroid (Geraert *et al.*, 1996), menurunnya kandungan hemoglobin dan hematokrit darah (Yahav *et al.*, 1997) serta meningkatnya pengeluaran beberapa mineral (Belay *et al.*, 1992) dan beberapa asam amino (Tabiri *et al.*, 2000) dari dalam tubuh. Hormon tiroid (triiodotironin) berperan dalam meningkatkan konsumsi oksigen, sehingga metabolisme secara keseluruhan menjadi naik. Akibatnya pertumbuhan yang dimulai dari sintesis protein menjadi meningkat (Geraert *et al.*, 1996).

Selain itu, cekaman panas dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif dalam tubuh, sehingga menimbulkan munculnya radikal bebas yang berlebihan. Radikal bebas dapat menimbulkan peroksidasi lemak membran, sehingga radikal bebas tersebut dapat menyerang DNA dan protein (Rahman, 2003). Penelitian Takahashi & Akiba (1999)

membuktikan bahwa pemberian lemak teroksidasi pada ayam broiler, nyata menurunkan konsumsi ransum, pertambahan bobot badan, kadar vitamin C dan α - tokoferol plasma. Hal serupa terbukti pula dari stres oksidatif karena pemberian hormon kortikosteron (Taniguchi *et al.*, 1999).

Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengatasi cekaman panas di atas, antara lain dengan penambahan vitamin C, E, A dan pengaturan suhu lingkungan dengan memperoleh hasil yang beragam. Pemberian beberapa tanaman obat yang mudah diperoleh, dapat merupakan alternatif untuk digunakan.

Antanan/pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban), merupakan salah satu tanaman obat yang memiliki zat aktif asam asiatik, asiatikosida dan asam madekasik yang selain mudah diperoleh, juga sudah terbukti dapat mengatasi stres pada tikus (Kumar & Gupta, 2003). Penelitian Shukla *et al.* (1999) membuktikan bahwa pemberian asiatikosida pada tikus yang luka, selain mempercepat penyembuhan luka juga terjadi peningkatan beberapa antioksidan enzimatis dan non enzimatis pada jaringan yang baru terbentuk. Selain itu, vitamin C yang telah terbukti dapat digunakan baik untuk mengatasi cekaman dingin (Sahin & Sahin, 2002) maupun cekaman panas pada ayam (Puthpong Siriporn *et al.*, 2001) ternyata terbukti pula bersifat sinergik dengan zat aktif antanan (Bonte *et al.*, 1994). Ayam mampu mensintesis vitamin C, namun dalam kondisi cekaman, selain kebutuhannya meningkat, kemampuan mensintesis juga menurun (Kutlu & Forbes, 1993).

Berdasarkan pemikiran di atas, maka diadakan penelitian tentang "Pemberian Antanan (*Centella asiatica*) dan Vitamin C sebagai Upaya Mengatasi Efek Cekaman Panas pada Broiler". Pemberian vitamin C dimaksudkan sebagai pembanding dari perlakuan antanan yang belum diujikan pada ayam.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada ayam broiler jantan umur 2 s/d 6 minggu yang dilaksanakan pada kandang terbuka yang berlokasi di daerah Bubulak – Bogor. Pada masing-masing sangkar percobaan diberi lampu pemanas sebesar 40 Watt, yang di atasnya dipasang reflektor yang terbuat dari seng untuk memantulkan panas. Hasil pengukuran selama penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu dan kelembaban pada siang hari $31,98 \pm 1,28^\circ\text{C}$ dan $78,82 \pm 5,43\%$, merupakan rerata dari pengukuran siang (jam 13.00 s/d 14.00) dan sore hari (jam 17.00 s/d 18.00). Pada malam

hari, suhu dan kelembaban tersebut masing-masing $27,36 \pm 0,88^\circ\text{C}$ dan $86,23 \pm 3,93\%$, merupakan rerata dari pengukuran pada malam (jam 21.00 s/d 22.00) dan pagi hari (jam 05.00 s/d 06.00).

Sebanyak 120 ekor ayam broiler jantan umur 2 minggu dibagi secara acak dan ditempatkan pada 24 kandang perlakuan (6 perlakuan dan 4 ulangan), sehingga tiap unit ulangan ditempati 5 ekor. Perlakuan dalam penelitian ini meliputi dua faktor; faktor pertama pemberian vitamin C yakni 0 dan 500 ppm dan faktor kedua pemberian antanan yakni 0%, 5% dan 10%. Pemberian vitamin C sebanyak 500 ppm dan antanan sebesar 5% dan

Tabel 1. Susunan dan kandungan nutrisi ransum

Jenis	R1	R2	R3
Bahan pakan (%)			
Jagung	63,00	57,60	52,35
Bungkil kedelai	17,00	17,00	17,00
Tepung ikan	11,20	11,20	11,20
Tepung bulu ayam	4,80	4,80	4,80
Antanan	0,00	5,00	10,00
Minyak kelapa	2,25	3,05	3,50
Dikalsium fosfat	0,10	0,10	0,00
CaCO ₃	0,90	0,75	0,65
Premix	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00
Nutrien			
Energi metabolis (kkal/kg)	3245,02	3222,94	3202,87
Protein (%)	20,84	20,91	20,99
Lemak (%)	6,16	6,15	6,96
P (%)	0,65	0,65	0,63
Ca (%)	1,03	1,28	1,02
Serat kasar (%)	2,46	3,28	4,09
Lisina (%)	1,39	1,38	1,36
Metionina (%)	0,51	0,49	0,48
Vitamin C (mg/100 g) ²⁾	20,21	22,92	25,88

Keterangan : ¹⁾ hasil perhitungan berdasarkan kandungan nutrisi dari NRC (1994) dan hasil analisis di Balitnak Ciawi Bogor;

²⁾ hasil analisis di Balitbio Bogor.

10% ; keduanya didasarkan atas hasil penelitian pendahuluan sebelumnya. Vitamin C dilarutkan dalam air minum dan diberikan pada pagi hari. Agar vitamin C yang diberikan cepat terminum, maka sekitar 2 jam sebelumnya, ayam tersebut tidak diberi minum. Antanan sebanyak 5% dan 10% diberikan dalam ransum yang dicampur bersama bahan lainnya dan diberikan *ad libitum*. Oleh karena itu dalam penelitian ini disusun 3 jenis ransum (iso kalori dan iso protein) dengan 3 kandungan antanan yang berbeda yakni 0%, 5% dan 10%. Susunan dan kandungan nutrisi ransum dapat dilihat pada Tabel 1.

Peubah yang Diukur

1. Hormon triiodotironin (T_3) plasma diukur pada umur 4 dan 6 minggu dengan menggunakan metode radioimmunoasay (RIA).
2. Protein karkas diukur pada umur 6 minggu. Karkas yang merupakan gabungan tulang dan daging diblender hingga hancur dan homogen. Diambil sampel dan dianalisis kadar proteinnya dengan metode makro Kjeldhal.
3. Konsumsi ransum diukur setiap minggu, yakni dengan mengurangi jumlah ransum yang diberikan dengan ransum sisa.
4. Pertambahan bobot badan diukur setiap minggu, dengan mengurangi bobot badan akhir dengan bobot badan awal.
5. Konversi ransum diamati pada umur 6 minggu dengan membagi konsumsi ransum dengan pertambahan bobot badan.

Analisis Statistik

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial 2x3. Data dianalisis dengan ANOVA, sedangkan uji lanjut menggunakan uji ortogonal kontras menurut Steel & Torrie (1980).

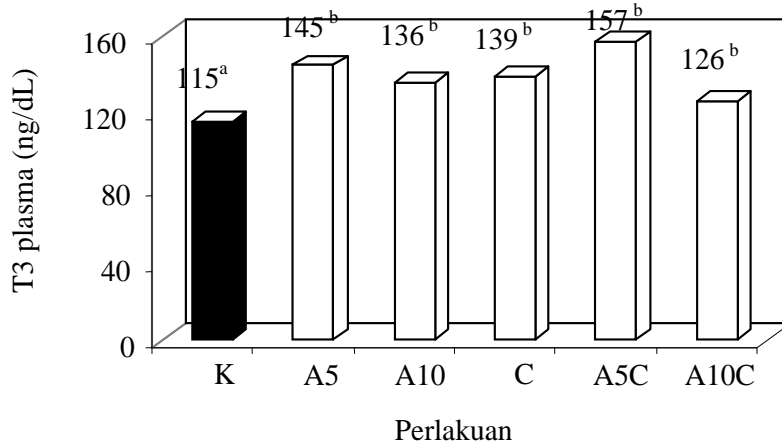
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pemberian antanan dan vitamin C terhadap kandungan hormon triiodotironin (T_3) plasma umur 4 minggu dan 6 minggu masing-masing dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2, sementara terhadap protein karkas, konsumsi ransum, pertambahan bobot badan dan konversi ransum dapat dilihat pada Tabel 2.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa kadar T_3 plasma umur 4 minggu yang berkisar dari 115 sampai 157, lebih tinggi dibandingkan pada umur 6 minggu yang berkisar dari 101 sampai 126 ng/dL. Hormon T_3 dalam tubuh berfungsi antara lain untuk pertumbuhan termasuk sintesis protein melalui peningkatan konsumsi oksigen yang diperlukan untuk metabolisme. Tingginya T_3 umur 4 minggu menunjukkan bahwa pertumbuhan pada umur 4 minggu lebih cepat dibandingkan pada umur 6 minggu. Peningkatan kandungan T_3 plasma, ternyata sejalan dengan meningkatnya protein karkas (Tabel 2).

Selanjutnya dari analisis keragaman yang rerata hasil ortogonal kontrasnya ditampilkan pada Gambar 1 dan 2, dihasilkan bahwa semua perlakuan dari A5 s/d A10C, nyata meningkatkan kadar hormon triiodotironin plasma. Namun antara perlakuan A5, A10, C, kombinasi A5C dan A10C serta interaksi antara antanan dan vitamin C tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar hormon triiodotironin tersebut. Ditinjau dari keefektifan, maka pemberian antanan sebanyak 5% yang paling efektif dibandingkan perlakuan lainnya.

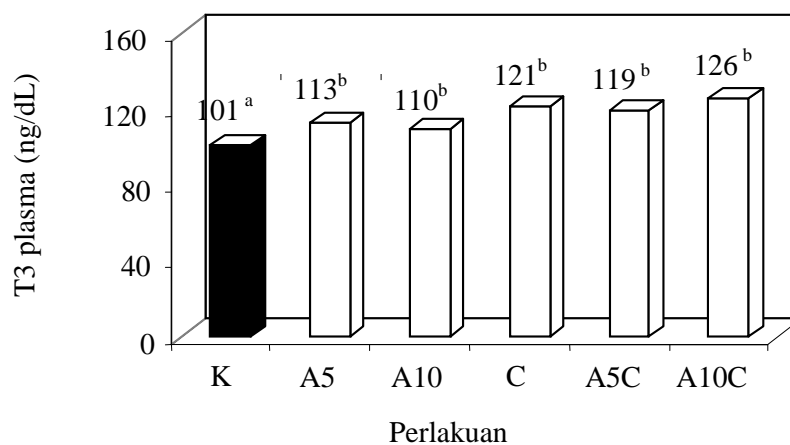
Kemampuan antanan dalam meningkatkan sintesis hormon T_3 dan protein karkas antara lain karena antanan mengandung antioksidan seperti senyawa fenol dan vitamin C yang mampu mengurangi terjadinya peroksidasi lemak, terutama asam lemak tidak jenuh pada membran sel. Baik zat aktif antanan



Gambar 1. Hormon T3 plasma ayam broiler jantan umur 4 minggu yang diberi antanan 0% (K), 5% (A5), 10% (A10) dan vitamin C500 ppm (C) serta kombinasi A5C dan A10C

(asiatikosida, madekasid dan asam asiatic) yang tergolong fenol maupun vitamin C, keduanya memiliki gugus hidroksil yang mudah teroksidasi, sehingga keduanya dengan mudah mampu mendonorkan elektron dan hidrogen terhadap radikal bebas (Sediaoetama, 1987; Bonte *et al.*, 1994; Pietta, 2000). Akibatnya radikal bebas yang semula memiliki elektron tidak berpasangan menjadi stabil, namun di sisi lain baik senyawa aktif antanan maupun vitamin

C mengandung radikal bebas. Proses peredaman radikal bebas yang terbentuk dapat terjadi melalui kerja antioksidan lainnya sehingga DNA dan protein relatif kurang terganggu dari serangan radikal bebas. Peroksidasi lipida, selain dapat menurunkan antioksidan dalam sel, juga dapat meningkatkan jumlah radikal bebas endogenous serta eksogenous yang dapat terserangnya DNA dan protein. Akibatnya dapat terbentuk antara lain 8-hidroksi guanin, protein



Gambar 2. Hormon T3 plasma ayam broiler jantan umur 6 minggu yang diberi antanan 0% (K), 5% (A5), 10% (A10) dan vitamin C500 ppm (C) serta kombinasi A5C dan A10C

Tabel 2. Protein karkas, konsumsi ransum, PBB dan konversi ransum ayam broiler jantan umur 2 - 6 minggu yang diberi antanan 0% (K), 5% (A5), 10% (A10) dan vitamin C500 ppm (C) serta kombinasi A5C dan A10C

Peubah	Perlakuan					
	K	A5	A10	C	A5C	A10C
Protein karkas (%)	16,5±1,0 ^a	17,8±0,4 ^b	19,1±1,2 ^b	19,2±1,2 ^b	17,3±0,8 ^b	18,1±1,0 ^b
Konsumsi ransum (g/ekor)	2711±196 ^a	3026±22 ^b	3071±148 ^b	2883±362 ^b	3156±247 ^b	2935±198 ^b
PBB (g)	1181±66 ^a	1297±113 ^b	1347±112 ^b	1254±35 ^b	1376±135 ^b	1330±100 ^b
Konversi ransum	2,30±0,16	2,35±0,31	2,42±0,30	2,30±0,23	2,31±0,32	2,22±0,29

Keterangan : superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$); pengukuran protein karkas dilakukan pada akhir penelitian (umur 6 minggu).

karbonil serta hidroksileusin, yang tentunya akan mengganggu pertumbuhan (Yoshikawa & Naito, 2002).

Selain itu, dilaporkan bahwa antanan terbukti mampu menurunkan katabolisme protein, terlihat dari menurunnya kandungan senyawa epineprin, norepineprin, dopamin dan serotonin pada otak tikus yang diberi ekstrak antanan (Nalini *et al.*, 1992). Oleh karena itu dapat dipahami kalau dalam penelitian ini terjadi peningkatan dalam kandungan protein karkas, yang menunjukkan adanya peningkatan pula dalam sintesis protein.

Tabel 2 menunjukkan bahwa konsumsi ransum ayam selama 4 minggu (umur 2 s/d 6 minggu) pada kontrol adalah 2711 g, nyata ($P < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan A5, A10, C, A5C dan A10C masing-masing adalah 3026, 3071, 2883, 3156 dan 2935 g; sementara antara A5 s/d A10C500 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal serupa terjadi pula pada penambahan bobot badannya. Namun tidak terjadi pada konversi ransum di mana kontrol adalah 2,30; tidak berbeda nyata dibandingkan A5 (2,35), A10 (2,42), C (2,30), A5C (2,31) dan A10C (2,22). Begitu pula

dengan interaksi antara antanan dan vitamin C, tidak memberikan pengaruh yang nyata baik terhadap konsumsi ransum, PBB dan konversi ransum. Hal ini berarti sejalan dengan kadar hormon triiodotironin bahwa pemberian antanan 5% lebih efektif dalam mempengaruhi konsumsi ransum dan penambahan bobot badan. Bila diperhatikan lebih lanjut, ternyata kombinasi antanan 5% dengan vitamin C 500 ppm cenderung meningkatkan PBB, walaupun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil di atas membuktikan bahwa antanan dan vitamin C telah berperan dengan baik sebagai antioksidan, sehingga mampu mengatasi turunnya konsumsi ransum dan penambahan bobot badan pada kondisi cekaman. Hasil ini sejalan dengan penelitian Anim *et al.* (2000) pada ayam dan Sharma & Sharma (2002) pada tikus yang mengalami cekaman. Antanan mengandung antioksidan antara lain senyawa fenol, yang mampu menghentikan/mengurangi proses stres oksidatif (Blokhina, 2000). Selain itu, pemberian antanan dan vitamin C terbukti mampu meningkatkan sintesis protein, serta

mengurangi katabolisme protein yang banyak menghasilkan panas. Akibatnya individu akan merasa lebih nyaman (tidak dalam kondisi tercekam). Kenyamanan akan merangsang pusat lapar yang berada di hipotalamus sementara pusat haus dihambat, selain itu juga merangsang TSH (thyroid stimulating hormone) di hipotalamus, sehingga kelenjar tiroid akan meningkatkan sekresi hormon tiroid baik tiroksin (T_4) maupun triiodotironin (T_3). Hal ini akan meningkatkan konsumsi ransum, metabolisme secara umum melalui peningkatan konsumsi oksigen serta penambahan bobot badan (Cooper & Washburn, 1998).

KESIMPULAN

Pemberian antanan dan vitamin C dari umur 2 s/d 6 minggu dapat meningkatkan kadar hormon triiodotironin plasma, kadar protein karkas, konsumsi ransum dan penambahan bobot badan pada ayam broiler yang mengalami cekaman panas, tetapi tidak memperbaiki efisiensi penggunaan ransum. Kombinasi pemberian antanan sebanyak 5% dalam ransum dan vitamin C cenderung paling efektif digunakan dalam mengatasi cekaman panas pada ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Anim, A.J., P.Y. Lin, D. Hester, B.A. Thiagarajan, Watkins & C.C. Wu.** 2000. Ascorbic acid supplementation improved antibody response to infectious bursal disease vaccination in chickens. *Poultry Sci.* 79: 680-688.
- Belay, T., C.J. Wiernusz & R.G. Teeter.** 1992. Mineral balance and urinary and fecal mineral excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat-distressed environments. *Poultry Sci.* 71: 1043 – 1047.
- Blokhina, O.** 2000. Anoxia and oxidative stress: Lipid peroxidation, mitochondrial functions in plants antioxidant status and mitochondrial functions in plants. <http://thesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/bioti/vk/blokhina/anoxiaan.html>. [20 Desember 2003].
- Bonnet, S., P.A. Geraert, M. Lessire, M.B. Cerre & S. Guillaumin.** 1997. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Sci.* 76:857-863
- Bonte, F., M.Dumas, C.Chaudagne & A. Meybeck.** 1994. Influence of asiatic acid, madecassic acid, and asiaticoside on human collagen I synthesis. *Planta Med.* 60: 133 – 135.
- Charles, D.R.** 1981. Practical ventilation and temperature control for poultry. In: J.A.Clark (Ed.). *Environmental Aspects of Housing for Animal Production*. University of Nottingham, Butterworths, London.
- Cooper, M.A. & K.W. Washburn.** 1998. The relationship of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. *Poultry Sci.* 77:237-242.
- Geraert, P.A., J.C.F. Padilha & S.Guillaumin.** 1996. Metabolic and endocrine changes by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. *Br. J. Nutr.* 75:205-216.
- Kumar, V.M.H. & Y.K. Gupta.** 2003. Effect of *Centella asiatica* on cognition and oxidative stress in an intracerebroventricular streptozotocin model of Alzheimers disease in rat. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 30: 336-342.
- Kutlu, H.R. & J.M. Forbes.** 1993. Changes in growth and blood parameters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. *Livestock Prod Sci* 36: 335 – 350.
- May, J.D. & B.D. Lott.** 2001. Relating weight gain and feed:gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poultry Sci* 80: 581-58444.
- Nalini, K., A.R. Aroor, K.S. Karanth & A.Rao.** 1992. Effect of *Centella asiatica* fresh leaf aqueous extract on learning and memory and biogenic amine turnover in albino rats. *Fitoterapia* 63: 232 – 237.
- NRC (Nutritional Research Council).** 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. 9th Rev. Ed. National Academy Press, Washington DC.
- Pietta, P.G.** 2000. Flavonoids as antioxidants. *Reviews. J Nat Prod* 63: 1035-1042.
- Puthongsiriporn, U., S.E. Scheideler, J.L.Sell & 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. Poultry 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. & 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.
- Sharma, J. & R. Sharma.** 2002. Radioprotection of Swiss albino mouse by *Centella asiatica* extract. Phytother Res 16: 785 – 786.
- Shukla, A., A.M. Rasik & B.N. Dhawan.** 1999. Asiaticoside-induced elevation of antioxidant levels in healing wounds. Phytotherapy-Research 13: 50-54.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie.** 1980. Principles and Procedures of Statistic. 2nd Ed.. Graw-Hall, Book Comp, New York.
- Tabiri, H.Y., K. Sato, K. Takahashi, M. Toyomizu & Y. Akiba.** 2000. Effects of acute heat stress on plasma amino acids concentration of broiler chickens. Japan Poult Sci 37: 86-94.
- Takahashi, K. & Y. Akiba.** 1999. Effect of oxidized fat on performance and some physiological responses in broiler chickens. J Poult Sci 36: 304-310.
- Taniguchi, N., A. Ohtsuka & K. Hayashi.** 1999. Effect of dietary corticosteron and vitamin E on growth and oxidative stress in broiler chickens. Anim.Sci.J 70:195-200.
- Yahav, S., A.Straschnow, I. Plavnik & S. Hurwitz.** 1997. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. Poultry Sci 76: 627 – 633.
- Yoshikawa, T. & Y. Naito.** 2002. What is oxidative stress ? JMAJ, 45: 271-276.