

Efektivitas Ekstrak Bawang Putih terhadap Efek Hepatotoksik Aflatoksin B1 pada Ayam Pedaging Periode Awal

(THE EFFECT OF GARLIC EXTRACT ADDITION IN RATIONS ON HEPATOTOXIC EFFECT OF AFLATOXIN B1 IN STARTING PERIOD BROILER)

Merry Muspita Dyah Utami¹, Ali Agus², Wihandoyo², Kurniasih³

¹) Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember

²) Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada

³) Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada

Jl.Mastrip PO Box 164 Jember

e-mail: merry.mdu@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas penggunaan ekstrak bawang putih dalam pakan terhadap efek hepatotoksikosis akibat perlakuan aflatoksin B₁, dengan menganalisis kadar kolesterol darah ayam broiler periode awal. Seratus empat puluh empat ekor ayam pedaging umur satu hari digunakan dalam penelitian ini selama 21 hari. Ayam pedaging secara acak dibagi dalam 16 perlakuan, setiap perlakuan terdiri atas sembilan ekor ayam. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial, faktor A adalah kadar aflatoksin B₁ dan faktor B adalah kadar ekstrak bawang putih. Faktor A masing-masing adalah: A0: 0 ppb (kontrol), A1: 500 ppb, A2: 1000 ppb, dan A3: 1500 ppb, sedangkan faktor B, yaitu: B0: 0% (kontrol), B1: 2%, B2: 4%, dan B: 6%. Selanjutnya pada umur 21 hari masing-masing ayam diambil darahnya untuk dilakukan analisis kadar kolesterol, kadar *low density lipoprotein* (LDL), dan kadar *high density lipoprotein* (HDL) serta dilakukan penghitungan rasio kadar LDL dan HDL. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *software* dari *Statistical Product dan Service Solution* (SPSS 16.0). Rataan hasil analisis yang signifikan ($P < 0,05$) selanjutnya dilakukan uji jarak berganda menggunakan *Duncan's Multiple Range Test*. Perlakuan aflatoksin B₁ mulai kadar 500 ppb meningkatkan kadar kolesterol dan kadar LDL ($P < 0,05$), penurunan rasio kadar HDL dan LDL mulai pada kadar aflatoksin B₁ 1500 ppb ($P < 0,05$), sedangkan penggunaan ekstrak bawang putih dalam pakan mulai kadar 2% menurunkan kadar kolesterol dan kadar LDL serta menaikkan rasio kadar HDL dan LDL ($P < 0,05$). Perlakuan aflatoksin B₁ dan ekstrak bawang putih tidak mempengaruhi kadar HDL secara signifikan. Penambahan ekstrak bawang putih dalam pakan menurunkan hepatotoksikosis pada ayam pedaging periode awal yang dicemari aflatoksin B₁.

Kata Kunci: aflatoksin B₁, ekstrak bawang putih, kolesterol, ayam broiler

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of garlic extract (GE) in rations on the blood cholesterol profiles of aflatoxin B-induced hepatotoxic in the early stage of broiler chickens. As many as 140 one-day old chicks were used in this study. They were randomly divided into 16 treatment groups and each group consists of 9 chickens. The experimental design adopted in this study was completely randomized factorial design consisting 4 concentrations of aflatoxin (A0 : 0 ppb, A1:500 ppb, A2: 1000 ppb and A3: 1500 ppb) and 4 concentrations of garlic extract (B0: 0% B1:2% B2: 4% and B3 6%). The treatment was carried out for 21 days. The serum levels of total cholesterol, low density lipoprotein (LDL) and high density lipoprotein (HDL), and HDL/LDL ratio were the examined. The result showed that Aflatoxin B caused hepatotoxicosis in broiler chickens indicated by the increase of total cholesterol and LDL, and the decrease of HDL and HDL-LDL ratio. Treatment of chickens with 2% GE decreased total cholesterol and LDL level in serum, and increased HDL level and HDL-LDL ratio. No interaction effect was observed between aflatoxin B and GE extract treatments. It is evident that treatment of Garlic extract reduces the hepatotoxicosis effect of aflatoxin B treatment in broiler chickens.

Key words: aflatoxin B1, garlic extract, cholesterol, broiler

PENDAHULUAN

Aflatoksin adalah salah satu jenis mikotoksin yang paling banyak dijumpai di seluruh dunia (Waldroup, 2006). Aflatoksin terdiri atas aflatoksin B₁, B₂, G₁ dan G₂. Beberapa negara menetapkan kadar maksimum aflatoksin B₁ dalam pakan sebesar 10 ppb untuk ayam muda dan 20 ppb untuk ayam dewasa (CAST, 2003; GIPSA, 2004). Di Indonesia, berdasarkan penelitian pada tahun 1994, sebanyak 83% sampel pakan yang diteliti mengandung aflatoksin B₁ sebanyak 100 ppb (Bahri *et al.*, 1995).

Aflatoksin B₁ bersifat paling toksik, memberikan serangkaian efek pada unggas, yaitu penurunan aktivitas enzim penting untuk metabolisme lemak (Aravind *et al.*, 2003). Kontaminasi aflatoksin B₁ dalam pakan yang dikonsumsi, terakumulasi dalam hati mengakibatkan hepatotoksikosis dan menurunkan fungsi hati. Hati adalah organ tubuh yang memproduksi empedu yang diperlukan untuk pencernaan dan absorpsi lemak. Adanya gangguan sintesis empedu akan menurunkan jumlah empedu yang dihasilkan. Berkurangnya sintesis empedu mengakibatkan pencernaan dan absorpsi lemak terganggu sehingga meningkatkan total lemak tubuh.

Lemak bersifat tidak larut dalam air, sehingga memerlukan pengangkut khusus untuk dapat mengalir bersama darah ke seluruh tubuh, agar lemak dapat larut diikat oleh lipoprotein (Suitor dan Crowley, 1984). *High Density Lipoprotein* (HDL) adalah lipoprotein dengan kandungan protein tinggi (Heslet, 2002) protein utama yang membentuk HDL adalah apo-a (apolipoprotein-a), kandungan lemaknya rendah dan kerapatannya tinggi (Hunter, 1989). Adapun protein utama pembentuk *Low Density Lipoprotein* (LDL) adalah apo-b, mempunyai kandungan kolesterol tinggi (AHA, 2003). Peningkatan aktivitas apo-a yang berikatan dengan HDL akan menurunkan konsentrasi LDL dalam darah. Menurunnya kadar LDL sinergi dengan kadar kolesterol total. Hasil pemeriksaan kolesterol dapat digunakan untuk mengetahui adanya hepatotoksitas pada hati.

Upaya detoksifikasi aflatoksin B₁ dalam tubuh dilakukan dengan menggunakan bahan pengikat (*binding agent*) (Galvano *et al.*, 2001). Beberapa jenis ekstrak tanaman digunakan sebagai bahan pengikat aflatoksin B₁ (Chou *et al.*, 1993; Devegowda dan Murthy, 2005). Bawang putih dapat mendetoksifikasi aflatoksin

B₁ (Garcia dan Garcia, 1988). Dalam bentuk segar, aktivitas biologis bawang putih sangat rendah, karena itu dikenal beberapa macam sediaan bawang putih, yaitu bubuk bawang putih, minyak bawang putih, dan ekstrak bawang putih (Amagase *et al.*, 2001). Dalam bentuk ekstrak bawang putih semua kandungan *allicin* dikonversikan menjadi *allyl sulfide*. Urutan berdasarkan persentasenya, adalah *diallyl trisulfide* (DTS), *diallyl disulfide* (DDS), dan *diallyl sulfide* (DS) (Lachance, 1997).

Senyawa DDS dan DS mampu meningkatkan ketersediaan glutation sebagai bahan pengikat aflatoksin B₁ dan meningkatkan aktivitas enzim glutation S-transferase (GST) yang berperan dalam detoksifikasi aflatoksin B₁. Ekstrak bawang putih juga menurunkan kolesterol dengan menghambat enzim 3-hidroksi-3metilglutaril-KoA reduktase (HMG-KoA reduktase) yang merupakan enzim utama untuk sintesis kolesterol, juga menurunkan LDL dan meningkatkan HDL, menyebabkan tingginya rasio HDL terhadap LDL sehingga menurunkan kolesterol total (Percival, 1997).

Menurut Benet *et al.*, (1996) kecepatan metabolisme aflatoksin B₁ pada ayam dipengaruhi oleh umur. Pada umur sampai dengan tiga minggu, metabolisme utama adalah fase I, sedangkan fase II belum sempurna, selanjutnya setelah umur tiga minggu, metabolisme fase I dan fase II telah berlangsung dengan sempurna. Menurut Schaeffer *et al.*, (1988) kemampuan mendetoksikasi akan meminimalkan pengaruh aflatoksin B₁ yang menyebabkan penurunan kinerja hati. Penelitian ini menggunakan ayam pedaging periode awal (21 hari) pada saat detoksifikasi aflatoksin B₁ belum berlangsung sempurna, sehingga dapat diketahui efektivitasnya.

Tujuan penelitian ini mengetahui efektivitas ekstrak bawang putih dalam pakan terhadap efek hepatotoksikosis akibat perlakuan aflatoksin B₁ dalam tubuh ayam pedaging periode awal (21 hari), dengan menganalisis kadar kolesterol total darah, kadar LDL dan kadar HDL ayam yang dikontaminasi aflatoksin B₁.

METODE PENELITIAN

Sebanyak 144 ekor ayam pedaging umur satu hari digunakan dalam penelitian ini. Penelitian diawali dengan mempersiapkan aflatoksin B₁ sesuai konsentrasi yang diperlukan

pada penelitian, yaitu 0 ppb, 500 ppb, 1000 ppb dan 1500 ppb. Aflatoksin B₁ serbuk (Sigma) dilarutkan sesuai petunjuk pengenceran dalam kemasan, selanjutnya diberikan *per oral*.

Ekstrak Bawang Putih

Pembuatan ekstrak bawang putih dilakukan dengan mengupas bawang putih, kemudian digiling, direndam dalam larutan etanol, selanjutnya dimasukkan dalam *vacuum rotary evaporator* untuk menguapkan etanol dan mendapatkan ekstrak bawang putih.

Pakan yang digunakan adalah produk komersial ditambah dengan ekstrak bawang putih sesuai perlakuan yang digunakan. Pencampuran pakan dengan ekstrak bawang putih dilakukan setiap minggu. Kandungan nutrisi pakan perlakuan adalah kandungan energi metabolis 3200 kcal/kg, kadar protein kasar 23%, kadar lemak 4%, kadar serat kasar 4,6%, kadar kalsium 0,99% dan kadar fosfor 0,35%.

Rancangan Penelitian

Desain penelitian menggunakan Analisis Variansi Dua Faktor, Faktor A adalah kadar aflatoksin B₁ dan faktor B adalah kadar ekstrak bawang putih. Faktor A masing-masing adalah: A0: kontrol, A1: 500 ppb, A2: 1000 ppb dan A3: 1500 ppb, sedangkan faktor B, yaitu: B0: kontrol, B1: 2%, B2: 4% dan B3: 6%, setiap kelompok perlakuan menggunakan sembilan ekor ayam.

Ayam dipelihara sampai umur 21 hari, pemberian perlakuan mulai pada hari ke 11-21. Pakan diberikan terbatas sesuai standar kebutuhan dan aflatoksin B₁ diberikan sebanyak 0,2 mL satu kali setiap hari menggunakan pipet melalui paruh. Pemberian air minum secara *ad-libitum*. Selama penelitian ayam mendapat vaksin *New Castle Disease* (ND) satu kali (pada umur empat hari) dan vaksin gumboro satu kali pada umur 14 hari.

Pada hari ke 21 dilakukan pengambilan tiga ekor ayam secara acak dari setiap perlakuan. Selanjutnya masing-masing ayam diambil darahnya untuk dilakukan analisis kolesterol, LDL dan HDL menggunakan metode analisis CHOD – PAP Tes Kalorimetrik Enzimatik Penuh (Supadmo, 1997).

Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian, yaitu kadar kolesterol darah, kadar LDL dan kadar HDL dianalisis menggunakan *software* dari *Statistical Product dan Service Solution* (SPSS

16.0). Hasil analisis yang menunjukkan rata-rata yang signifikan akibat faktor A, faktor B dan interaksi faktor A dan B selanjutnya dilakukan uji jarak berganda menggunakan Uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Kolesterol Darah

Hasil analisis statistika kadar kolesterol darah menunjukkan bahwa perlakuan aflatoksin B₁ meningkatkan kadar kolesterol secara signifikan. Kadar kolesterol darah paling rendah dari semua perlakuan ($P < 0,05$) adalah pada A0 (180,66 mg/dl), selanjutnya A1 (240,00 mg/dl) dan A2 (244,44 mg/dl) lebih rendah ($P < 0,05$) daripada A3 (311,11 mg/dl).

Aflatoksin B₁ menurunkan aktivitas beberapa enzim pencernaan karbohidrat, protein, lipid serta mengganggu fungsi metabolisme dan absorpsi (Raju dan Devegowda, 2000). Aflatoksin B₁ juga menyebabkan rendahnya aktivitas enzim tripsin pankreas, lipase, dan amilase yang diakibatkan adanya gangguan pada sintesis enzim, sehingga terjadi penurunan pencernaan pakan menjadi unit monomer. Terhambatnya sintesis enzim juga menyebabkan penurunan produksi garam empedu. Keracunan aflatoksin (aflatoksikosis) menyebabkan hiperplasi dan metaplasia sel-sel epitel empedu, mengakibatkan aliran empedu dalam saluran empedu terhambat sehingga terjadi gangguan pencernaan dan absorpsi lemak (Akbar, 2005) dan penurunan kinerja hati (Schaeffer *et al.*, 1988). Akibat keracunan pada hati terjadi kegagalan metabolisme karbohidrat dan lemak (Bommakanti dan Waliyar, 2006). Hal tersebut terlihat pada kadar kolesterol kelompok aflatoksin B₁ (A1, A2 dan A3) lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada kontrol (A0).

Hasil analisis rata-rata kadar kolesterol menurun ($P < 0,05$) dengan penambahan ekstrak bawang putih dalam pakan. Kadar kolesterol darah dengan penambahan ekstrak bawang putih sebanyak 2% (173,33 mg/dl) dan 4% (151,11 mg/dl) tidak menurunkan kadar kolesterol secara signifikan, kadar kolesterol paling rendah ($P < 0,05$) terdapat pada kelompok penggunaan ekstrak bawang putih 6% (142,22 mg/dl).

Efektivitas ekstrak bawang putih dalam menurunkan kadar kolesterol total mengikuti mekanisme sebagai berikut: target utama adalah enzim HMG Ko-A reduktase yang merupakan enzim awal untuk sintesis kolesterol

(Gebhart, 1991). *Allicin* berikatan dengan gugus sulfhidril yang merupakan bagian fungsional koenzim A dalam proses pembentukan kolesterol tubuh (Suwidjayana, 1999). Selanjutnya *allicin*, DDS dan *allil merkaptan* menghambat enzim HMG-Koa reduktase dan akumulasi lanosterol (Gebhart dan Beck, 1996). Hambatan pada enzim HMG Ko-A reduktase merupakan indikasi tidak adanya sintesis kolesterol (Gebhart, 1991).

Kadar kolesterol darah akibat interaksi aflatoksin B₁ dan ekstrak bawang putih dapat dijelaskan sebagai berikut: pada kadar aflatoksin B₁ 500 ppb terlihat peningkatan kadar kolesterol yang tajam pada kelompok tanpa ekstrak bawang putih (A1B0) sebesar 240 mg/dl, sedangkan pada kelompok ekstrak bawang putih (A1B1, A1B2 dan A1B3) berkisar antara 195,55 sampai 217,77 mg/dl. Berdasarkan hasil tersebut penggunaan ekstrak bawang putih menurunkan kadar kolesterol dengan perhitungan persentase sebagai berikut: pada kadar 500 ppb terjadi penurunan antara 10,2 sampai 22,7%; pada kadar₁ 1000 ppb penurunan antara 9,99 sampai 17,01% dan pada kadar 1500 ppb menurunkan kadar kolesterol antara 40,00 sampai 66,67%. Semakin tinggi kadar ekstrak bawang putih semakin efektif menurunkan kadar kolesterol.

Kadar LDL

Untuk membahas kadar LDL diperlukan data kadar kolesterol darah, yaitu perlakuan aflatoksin B₁ meningkatkan kadar kolesterol yang signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kontrol. Kadar kolesterol perlakuan A0, A1, A2 dan A3 berturut-turut adalah: 180,66 mg/dl; 240,00 mg/dl; 244, 44 mg/dl dan 311,11 mg/dl, bila dibandingkan dengan kadar LDL secara berurutan dengan perlakuan yang sama adalah: 128,21 mg/dl; 173,02 mg/dl; 182,22 mg/dl dan 257,48 mg/dl.

Pada lipoprotein densitas rendah (LDL) membebaskan sebagian besar trigliserida pada jaringan lemak, melepaskan kolesterol dengan konsentrasi tinggi dan pospolipid (Suitor dan Crowley, 1984). Tingginya kadar kolesterol total sinergi dengan tingginya kadar LDL dalam darah.

Perlakuan ekstrak bawang putih tidak mempengaruhi kadar LDL secara signifikan. Ekstrak bawang putih menurunkan kadar LDL pada semua kelompok perlakuan aflatoksin B₁. Untuk mengetahui persentase penurunan kadar LDL, dilakukan perhitungan dengan membandingkan kadar LDL perlakuan terhadap kontrol. Berdasarkan hasil perhitungan,

diperoleh data interaksi aflatoksin B₁ dan ekstrak bawang putih sebagai berikut: pada kadar 500 ppb terdapat penurunan LDL 13,57% (A1B1); 14,76% (A1B2) dan 17,13% (A1B3). Pada kadar 1000 ppb, terdapat penurunan LDL 9,75% (A2B1); 19,09% (A2B2) dan 21,33% (A2B3). Berikutnya pada perlakuan 1500 ppb diperoleh data penurunan LDL 32,22% (A3B1), 39,86% (A3B2) dan 49,78% (A3B3).

Persentase penurunan kadar LDL akibat perlakuan ekstrak bawang putih pada aflatoksin B₁ 1500 ppb berkisar antara 32,22-49,78%, berbeda dari hasil penelitian Yeh dan Liu (2001) bahwa suplementasi ekstrak bawang putih pada pakan ternak efektif menurunkan konsentrasi LDL sebanyak 30% dibandingkan kontrol. Menurut Susilawati (1998) LDL mengandung 43% kolesterol yang akan dikirim keseluruh tubuh dan kadar LDL ternyata juga sinergi dengan kadar kolesterol total.

Kadar HDL

Hasil analisis kadar LDL adalah sebagai berikut 128,21 mg/dl (A0); 173,02 mg/dl (A1); 182,29 mg/dl (A2) dan 257,48 mg/dl (A3), terlihat penurunan kadar LDL dengan menurunnya kadar aflatoksin B₁, sedangkan kadar HDL meningkat. Menurut Hunter (1989) menurunnya LDL dalam darah akan menaikkan HDL. Fungsi HDL adalah mengangkut kolesterol dari jaringan dan dinding pembuluh darah menuju hati untuk dimetabolisme. Semakin tinggi kadar HDL dalam darah semakin banyak kolesterol yang dapat dibawa sehingga kadar kolesterol dalam darah akan menurun (Gordon dan Rifkind, 1989).

Perlakuan ekstrak bawang putih mempengaruhi kadar HDL. Penurunan aktivitas HMG Ko-A oleh ekstrak bawang putih mempengaruhi aktivitas reseptor LDL yang merupakan pusat metabolisme kolesterol (Brown dan Gordon, 1986) dan meningkatkan aktivitas apo-a yang berikatan dengan HDL. Peningkatan aktivitas apo-a yang berikatan dengan HDL menurunkan konsentrasi LDL dalam darah. Pada kadar aflatoksin B₁ 1000 ppb, kadar HDL pada kelompok A2B0 (51,15 mg/dl); A2B1 (47,72 mg/dl); A2B2 (51,50 mg/dl) dan A2B3 (55,50), apabila dihitung dengan membandingkan kadar HDL terhadap kontrol (A2B0), penggunaan ekstrak bawang putih pada kadar 4% dan 6% meningkatkan kadar HDL, sebesar 0,68% (A2B2) dan 8,5% (A2B3), sedangkan pada kadar aflatoksin B₁ 1500 ppb, penambahan ekstrak

bawang putih 2% dan 6% meningkatkan kadar HDL, masing-masing sebesar 9,35% (A3B1) dan 8,52% (A3B3). Hasil penelitian ini berbeda dengan Pizzorno dan Murray (2000) yang mengemukakan bahwa pemberian ekstrak bawang putih dapat menaikkan HDL sekitar 15%.

Berdasarkan data LDL yang dikompilasi dengan HDL, dihitung rasio LDL dan HDL ayam umur 21 hari. Menurut AHA (2002) idealnya LDL serendah mungkin dan HDL setinggi mungkin. Rasio HDL dan LDL pada kontrol 54,37%, sedangkan perlakuan aflatoksin B₁ 500 ppb dan ekstrak bawang putih 0%, 2%, 4% dan 6%, masing-masing adalah 42,89%; 55,33%; 69,06% dan 61,19%. Pada perlakuan aflatoksin B₁ 1000 ppb dan ekstrak bawang putih 0%, 2%, 4% dan 6%, mempunyai rasio HDL dan LDL: 37,35%; 57,8%; 62,29% dan 63,46%. Adapun rasio HDL dan LDL pada aflatoksin B₁ 1500 ppb dan ekstrak bawang putih 0%, 2%, 4% dan 6%, rasio HDL dan LDL adalah 27,21%; 45,45%; 52,93%, dan 53,53%.

Berdasarkan hasil analisis statistika, penggunaan ekstrak bawang putih 0% meningkatkan rasio HDL dan LDL ($P < 0,05$), sedangkan penurunan rasio HDL dan LDL terlihat signifikan pada kadar aflatoksin B₁ 1500 ppb. Berdasarkan hasil penelitian terhadap efek interaksi aflatoksin B₁ dan ekstrak bawang putih dapat diketahui, bahwa semakin tinggi penggunaan ekstrak bawang putih menaikkan rasio HDL dan LDL pada semua kadar aflatoksin B₁.

SIMPULAN

Pemberian aflatoksin B₁ menaikkan kadar kolesterol total dan LDL serta menurunkan kadar HDL serta rasio HDL dan LDL darah, sedangkan ekstrak bawang putih dalam pakan menurunkan kolesterol total dan LDL, serta menaikkan HDL dan rasio HDL dan LDL ayam umur 21 hari.

Penggunaan aflatoksin B₁ mulai kadar 500 ppb meningkatkan kadar kolesterol total dan LDL ($P < 0,05$), penurunan rasio HDL dan LDL mulai pada kadar aflatoksin B₁ 1500 ppb ($P < 0,05$), sedangkan penggunaan ekstrak bawang putih dalam pakan mulai kadar 2% menurunkan kadar kolesterol, LDL serta rasio HDL dan LDL ($P < 0,05$). Perlakuan aflatoksin B₁ dan ekstrak bawang putih tidak mempengaruhi kadar HDL secara signifikan.

Penggunaan ekstrak bawang putih dalam pakan efektif menurunkan hepatotoksikosis pada ayam broiler yang dikontaminasi aflatoksin B₁.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan penuh rasa hormat, mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah memberikan dana penelitian Hibah Bersaing, serta kepada Rektor, Direktur Program Pascasarjana UGM, Dekan Fakultas Peternakan dan Kepala Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak UGM dan semua pihak yang membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N. 2005. Mycotoxin and human health. Simposium Mikotoksin dan Mikotoksikosis 30 Juli 2005, Jakarta. (Abstract)
- Amagase H, Petesch BL, Matsuura H, Kasuga S, Itakura Y. 2001. Intake of garlic and its bioactive components. *J Nutr* 131:955S-962S (Abstract)
- AHA. 2002. Cholesterol too much is dangerous. The American Heart Association. <http://www.vision.net.com>. 16 Agustus 2002
- _____. 2003. Kolesterol: faktor risiko penyakit jantung koroner dan stroke. <http://www.mhcs.healthnew.com>. 28 April 2003
- Aravind K L, Patil VS, Devegowda G, Umakantha B, Ganpule SP. 2003. Efficacy of modified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance, serum biochemical and hematological parameters in broilers. *Poult Sci*. 82:570-576
- Bahri S, Maryam R, Widiastuti R, Zahari P. 1995. Aflatoksikosis dan cemaran aflatoksin pada pakan serta produk ternak. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. 7-8 Nopember 1995. Bogor.
- Benet LZ, Kroetz DL, Sheiner LB. 1996. Pharmacokinetics: the dynamics of drug absorption, distribution and elimination. In: *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 9th ed. McGraw-Hill, New York. 3-27
- Bommakanti AS, Waliyar F. 2006. Importance of aflatoxins in human and livestock health. Diakses dari <http://www.aflatoxin.info/health.asp>. (5 Maret 2006).

- Brown MS, Gordon JLA. 1986. A receptor mediated pathway for cholesterol homeostasis. *J Nutr Sci* 232:34-48
- CAST (Council for Agricultural Science dan Technology). 2003. *Mycotoxins: risk in plant, animal and human system*. Ames, Iowa, USA.
- Chou MW, Lu MH, Pegram RA, Gao P, Cao S, Kong K, Hart WR. 1993. Effects of caloric restriction on aflatoxin B1-induced DNA synthesis. *Mechanism of Agent and Development* 70(1):22-23
- Devegowda G, Murthy TNK. 2005. Micotoxins: their effects in poultry and some practical solutions. In: *The Mycotoxins Blue Book*. Nottingham University Press, United Kingdom 25-56
- Galvano F, Piva A, Ritieni A, Galvano G. 2005. Dietary strategies to counteract the effects of mycotoxins: a review. *J Food Prot* 64(1): 120-131 (Abstract)
- Garcia R, Garcia ML. 1988. Laboratory evaluation of plant extracts for the control of aspergillus growth and aflatoxin production. *Proceed. of the Japanese Association of Mycotoxicology*. 1:190-193
- Gebhart R. 1991. inhibition of cholesterol biosynthesis by a water-soluble garlic extract in primary culture on rat hepatocytes. *Arzneimittelforschung*. 41(8):800-804 (Abstract)
- Gebhart R, Beck H. 1996. Differential inhibitory effect of garlic-derived organosulfur compounds on cholesterol biosynthesis in primary rat hepatocytes cultures. *Lipid*. 31(12):1269-1276 (Abstract)
- GIPSA (Grain Inspection Packers dan Stockyards Administration). 2004. Aflatoxin. STOP 3601, 1400 Independence, Washington. 1-2
- Gordon DJ, Rifkind BM. 1989. High density lipoprotein the clinical implications of recent studies. *N Eng J Med* 321:1311-1316
- Heslet L. 2002. *Kolesterol*. Jakarta. Kesaint Blanc.
- Hunter JE. 1989. National conference eyes cholesterol. *J of The American Oil Chemistry Soc*. 64(12):1567-1574
- Lachance, P. A. 1997. Designer foods III: garlic, soy and licorice. California. Nutrition Press.
- Percival M. 1997. Phytonutrient and detoxification. *Clinical Nutr Insight* 5(2):1-4
- Pizorno JE, Murray T. 2000. A Textbook of natural medicine: *Allium sativum*. 2nd. Washington. Bastyr University,
- Raju MVLN, Devegowda G. 2000. Influence of modified glucomannan on performance dan organ morphology, serum biochemistry dan hematology in broiler exposed to individual dan combined mycotoxicosis (aflatoxin, ochratoxin dan t-2 toxin). *Br Poult Sci* 41:640-650.
- Schaeffer JL, Tyczkowski JK, Hamilton PB. 1988. Depletion of oxycarotenoid pigments in chicken dan the failure of aflatoxin to alter it. *Poult Sci* 67:1080-1088
- Suitor CJW, Crowley MF. 1984. Nutrition, principle dan application in health promotion. Philadelphia. JP Lippincott Co.
- Supadmo. 1997. Pengaruh Sumber Khitin dan Prekursor Karnitin serta Minyak Ikan Lemuru terhadap Kadar Lemak dan Kolesterol serta Asam Lemak Omega-3 Ayam Broiler. (*Disertasi*). Bogor. Institut Pertanian.
- Susilawati DA. 1998. *Biokimia II (Lipid)*. Laboratorium Biokimia, Program Studi Kedokteran Gigi. Jember. Universitas Jember.
- Suwidjayana IN. 1999. Pemanfaatan tepung jerami bawang putih (*Allium sativum*) dan serbuk gergaji kayu dalam ransum terhadap kualitas fisik dan kadar kolesterol telur ayam. *Majalah Ilmiah Peternakan* 2(1):1-6
- Waldroup PW. 2006. Managing Molds dan Mycotoxins in Poultry Feeds. Poultry Science Dept., University Arkansas, USA. [http://From %20HD%20old\ASA%20Southeast%20Asia.htm](http://From%20HD%20old\ASA%20Southeast%20Asia.htm)
- Yeh YY, Liu L. 2001. Cholesterol-lowering effects of garlic extract dan organosulfur compounds: human dan animal studies. *J of Nutr*. 131:989S-993S