

**AKUMULASI TIMAH HITAM (Pb)
PADA SAYAP AYAM KAMPUNG (*Gallus domesticus*)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si)



©
Diajukan oleh
Rosy Meirina
NIM : 31061109

**FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2011**

Skripsi yang berjudul

**AKUMULASI TIMAH HITAM (Pb)
PADA SAYAP AYAM KAMPUNG (*Gallus domesticus*)**

yang disusun oleh
Rosy Meirina
NIM: 31061109

Telah dipertahankan di depan sidang penguji pada tanggal 13 Januari 2011
Skripsi tersebut telah diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

Yogyakarta, 17 Januari 2011
Universitas Kristen Duta Wacana
Fakultas Bioteknologi
Dekan

Pembimbing


(Djohan, MEM, Ph. D)


(Dr. rer. Nat. Gunitoro)

DUTA WACANA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena kasih dan anugerahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Akumulasi Timah Hitam (Pb) pada Sayap Ayam Kampung”. Dengan selesainya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu selama proses penelitian dan penulisan skripsi. Ucapan terimakasih disampaikan dengan hormat kepada :

1. Dekan Fakultas Biologi Universitas Kristen Duta Wacana, Dr. rer. nat. Guntoro.
2. Djohan, MEM., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan sejak penulisan proposal hingga penulisan skripsi.
3. Drs. Kisworo M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam penulisan skripsi.
4. Drs. Djoko Raharjo M.Kes., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam penulisan skripsi.
5. Laboran Ekologi, Kimia, Botani, mas Istana (laboran Zoologi) yang sudah memberi info tentang larutan kimia, Mikrobiologi, serta Laboratorium FMIPA UGM.
6. Papa dan Mama (Ir. Beton Perangin Angin dan SURIANTY P., S.Sos) yang selalu mendukung dan sabar dalam doa dan semangat. Pasti bisa nak!!!!!!jangan nyerah.
7. Adikku, Rachel Chinthia yang sudah meluangkan waktunya membantuku dalam pelaksanaan skripsi di sela-sela kuliahnya yang padat untuk menjadi *great doctor in God*.
8. Kakak-kakakku, Moses Laa, dr. Modestus Laa, Monica Laa, S.Si, M.P, Meinardo Laa yang memberi bantuan, doa, dan semangat dalam kesusahan, serta adikku Melkisedek Laa (jadi dokter yang terbaik untuk semuanya).
9. Keluarga besar Papa dan Mama yang selalu memberi doa, dukungan, dan semangat.
10. Adik-adik Fakultas Bioteknologi angkatan 2009 yang selalu membuatku semangat, saat melihat mereka kuliah di sela-sela menjalankan tugas sebagai volunteer bencana Merapi, juga Virgo (Teologi'08) yang memberi semangat. Terimakasih atas semangat dan tingkah kalian yang membuat untuk bangkit lagi.
11. Mba Indriani W.(mba Iin), Mba Afi, Mba Novi, Mba Irez, Kak Tati, dan Mas Adhe. Terimakasih atas kerjasama dan dukungannya selama menjadi volunteer bersama kalian, *that's great experience*.

12. Julian (Juan), Nita Soviana (Nita), Vinsensius L. (Vinsen), Triwan (Iwan), Benediktus (Beni), serta teman-teman angkatan 2006 lainnya, serta Silvia Molle (Lita) yang sudah banyak membantu.
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak terkait dan dapat digunakan semestinya.

Yogyakarta, 14 Januari 2011

Penulis

©UKDWN

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran.....	viii
Daftar Simbol.....	ix
Abstrak	x
I. Pengantar	
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
II. Tinjauan Pustaka	
A. Pencemaran lingkungan oleh timbal (Pb).....	4
B. Pencemaran Pb di udara.....	7
C. Pemaparan Pb di unggas	9
D. Efek Pb pada hewan dan manusia.....	14
III. Hipotesis	16
IV. Metodologi Penelitian	
A. Desain Penelitian.....	17
B. Bahan kimia dan peralatan.....	19
C. Ekstraksi Pb pada sampel.....	19
D. Pengukuran konsentrasi Pb pada sampel	20
E. Metode analisis data.....	22
V. Hasil dan Pembahasan	
A. Analisa berat badan ayam dan berat basah sayap	23
B. Analisis Pb pada organ luar	25
C. Analisis Pb pada organ dalam.....	28
D. Analisis hubungan konsentrasi Pb pada organ luar	33
E. Analisis hubungan konsentrasi Pb pada organ dalam.....	35
F. Analisis hubungan konsentrasi Pb pada organ luar dengan organ dalam.....	40
G. Persentase akumulasi Pb pada organ sayap ayam dan Pb relatif tiap organ terhadap Pb relatif radius	42
VI. Kesimpulan dan Saran	47
Daftar Pustaka	48
Lampiran	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Bentuk Molekul logam yang teremisi ke Udara dari Pembakaran Bahan Bakar Minyak maupun Industri	7
Tabel 2. Data rerata berat badan ayam dan berat sayap ayam serta Persentase bagian sayap ayam kampung penelitian.....	23
Tabel 3. Tabel 4. Data rerata konsentrasi Pb pada organ luar.....	25
Tabel 5. Data rerata konsentrasi Pb pada organ dalam	28
Tabel 6. Data akumulasi organ sayap ayam kampung dalam penelitian	42

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bagian sayap ayam kampung	18
Gambar 2.	Persentase rerata berat basah tiap organ sayap kampung	24
Gambar 3.	Perbandingan data konsentrasi Pb bulu pada penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Almansour (2007) menggunakan sayap burung merpati	26
Gambar 4.	Perbandingan konsentrasi Pb phalanges pada penelitian dengan pustaka lainnya di Indonesia.	30
Gambar 5.	Perbandingan data konsentrasi Pb radius dan ulna pada penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Ethier <i>et al.</i> (2007) menggunakan sayap burung American woodcock	31
Gambar 6.	Grafik hubungan konsentrasi Pb pada organ luar yaitu bulu (K_B) dengan kulit (K_K)	33
Gambar 7.	Grafik hubungan konsentrasi Pb pada organ dalam yaitu cartilago (K_C) dengan phalanges (K_P)	35
Gambar 8.	Grafik hubungan konsentrasi Pb pada organ dalam yaitu ulna (K_U) dengan radius (K_R)	36
Gambar 9.	Grafik hubungan konsentrasi Pb pada organ dalam yaitu daging (K_D) dengan ulna (K_U)	37
Gambar 10.	Hubungan konsentrasi Pb pada organ dalam yaitu radius (K_R) dengan daging (K_D)	38
Gambar 11.	Hubungan konsentrasi Pb pada organ dalam dan luar yaitu kulit (K_K) dengan daging (K_D).....	40
Gambar 12.	Persentase rerata akumulasi Pb tiap organ ayam pada penelitian	43
Gambar 13.	Pb relatif tiap organ sayap terhadap Pb radius	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berat badan dan berat sayap ayam kampung dalam penelitian	51
Lampiran 2. Persentase berat basah tiap organ sayap	52
Lampiran 3. Berat basah dan berat kering bagian sayap ayam kampung	53
Lampiran 4. Konsentrasi Pb pada sayap ayam kampung penelitian	54
Lampiran 5. Akumulasi Pb pada sayap ayam kampung penelitian	55
Lampiran 6. Perhitungan uji signifikansi koefisien korelasi konsentrasi Pb pada sayap ayam kampung	56

©UKDW

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Unit
K _B	Konsentrasi Pb pada sampel bulu sayap ayam	μg.g ⁻¹
K _K	Konsentrasi Pb pada sampel kulit sayap ayam	μg.g ⁻¹
K _D	Konsentrasi Pb pada sampel daging sayap ayam	μg.g ⁻¹
K _C	Konsentrasi Pb pada sampel cartilago sayap ayam	μg.g ⁻¹
K _R	Konsentrasi Pb pada sampel radius sayap ayam	μg.g ⁻¹
K _U	Konsentrasi Pb pada sampel ulna sayap ayam	μg.g ⁻¹
K _P	Konsentrasi Pb pada sampel phalanges sayap ayam	μg.g ⁻¹
K	Konsentrasi Pb pada sampel	μg.g ⁻¹
K _E	Konsentrasi Pb pada ekstrak	μg.L ⁻¹
A _B	Akumulasi Pb pada sampel bulu sayap ayam	μg
A _K	Akumulasi Pb pada sampel kulit sayap ayam	μg
A _D	Akumulasi Pb pada sampel daging sayap ayam	μg
A _C	Akumulasi Pb pada sampel cartilago sayap ayam	μg
A _R	Akumulasi Pb pada sampel radius sayap ayam	μg
A _U	Akumulasi Pb pada sampel ulna sayap ayam	μg
A _P	Akumulasi Pb pada sampel phalanges sayap ayam	μg
A	Akumulasi Pb pada sampel	μg
x	Rerata	-
B _B	Berat badan ayam kampung	g
B _S	Berat sayap ayam kampung	g
SD	Standar Deviasi	-
KV	Koefisien Variasi dihitung dengan (SD/Rerata)×100%	%
n	jumlah sampel	-
df	Degree of Freedom	-
r	Koefisien korelasi	-
R ²	Koefisien regresi	-

ABSTRAK
AKUMULASI TIMAH HITAM (Pb)
PADA SAYAP AYAM KAMPUNG (*Gallus domesticus*)

Rosy Meirina
NIM: 31061109

Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta

Pb merupakan salah satu logam berat yang diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme, dan terdeposit di tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Akumulasi Pb dalam tubuh organisme memberikan pengaruh buruk terutama hewan dan manusia. Ayam kampung merupakan salah satu jenis unggas yang dikonsumsi oleh manusia. Bagian sayap ayam kampung banyak dikonsumsi dan mengalami kontak dengan lingkungan, sehingga mengalami pemaparan dan akumulasi Pb. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Pb pada organ dalam dan luar sayap ayam sebagai indikator pencemaran lingkungan dan b) hubungan konsentrasi Pb pada tulang dan daging yang berfungsi jangka panjang sebagai bioakumulasi dan konsumsi Pb dari daging.

Sampel yang diambil berupa sayap ayam kampung dengan bagian yang diteliti yaitu bulu, kulit, daging, cartilago, tulang radius, tulang ulna, tulang phalanges diambil sebanyak 10 replikat. Ayam kampung diambil dari Pasar Kranggan. Semua sampel (n=70) diekstraksi kemudian dianalisis untuk mengetahui konsentrasi Pb pada sampel. Determinasi konsentrasi Pb pada sampel menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Hubungan konsentrasi Pb dianalisis dengan analisis korelasi dan regresi linear.

Rerata konsentrasi Pb pada sayap ayam kampung terendah adalah konsentrasi Pb daging (K_D) $2,36 \mu\text{g.g}^{-1}$, sedangkan konsentrasi Pb tertinggi pada radius (K_R) yaitu $11,38 \mu\text{g.g}^{-1}$. Hubungan konsentrasi Pb pada organ luar dan organ dalam berkorelasi signifikan, dengan korelasi paling signifikan pada K_D dengan K_U ($r=0,97$). Hubungan korelasi konsentrasi Pb pada organ luar dengan organ dalam ditunjukkan pada K_K dengan K_D ($r=0,92$).

Kata kunci : Timbal (Pb), sayap ayam kampung, konsentrasi Pb, akumulasi Pb

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pencemaran pada lingkungan merupakan suatu kondisi di mana terjadi perubahan dalam tatanan lingkungan. Lingkungan dapat tercemar oleh banyak hal, salah satunya yang disebabkan oleh limbah. Limbah dapat bersifat limbah organik seperti pestisida dan limbah anorganik seperti logam berat (Palar, 2004). Menurut Fardiaz (1992), logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), cadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam tersebut diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi.

Timbal merupakan salah satu logam dan telah diketahui dalam semua fase dalam lingkungan (udara, tanah, sedimen, permukaan dan dasar perairan) serta dalam system biologi. Timbal dalam lingkungan cukup bervariasi, pada permukaan perairan, timbal membentuk senyawa tidak terlarut dengan substansi tidak terlarut dengan air. Dalam tanah dan sedimen, timbal sangat kompleks bercampur dengan partikel lain yang ada di dalam tanah. Rata-rata harian asupan Pb dalam tubuh hasil estimasi dari *United Environment Program* tahun 1991 adalah 80 per hari dari makanan (Juberg, 1997).

Ayam kampung merupakan salah satu jenis unggas yang sering dipelihara oleh masyarakat. Ayam kampung mudah untuk dipelihara, selain itu juga mempunyai nilai

konsumsi. Menurut Abidin (2005), sudah dibuktikan bahwa dengan cara pemeliharaan yang seadanya, ayam kampung mampu bertahan hidup dan terus bereproduksi. Pemeliharaan ayam kampung merupakan usaha sambilan dan skala pemilikannya kecil, yakni antara 2-10 ekor per keluarga peternak. Akibatnya peternak hanya menyisihkan sedikit waktu dalam pengelolaan peternakannya, bahkan cenderung membiarkannya ayam ternakannya tumbuh sendiri bersama alam.

Dengan cara pemeliharaan yang tidak terkontrol dan kondisi lingkungan yang telah tercemar, logam berat Pb dapat masuk ke dalam tubuh ayam kampung. Timbal dapat berasal dari emisi kendaraan bermotor, penggunaan Pb pada berbagai peralatan rumah, dan lain-lain. Pb masuk ke dalam tubuh ayam kampung melalui makanan, pernafasan, dan kontak langsung dengan lingkungan melalui bulu, kuku, dan kaki. Makanan yang diperoleh ayam dari berbagai tempat yang ada di sekitar lingkungan tempat tinggal pemilik, misalnya biji-bijian maupun invertebrata tanah seperti cacing tanah (Keppie dan Whiting, 1994 dalam Ethier *et al.*, 2007), dapat terkontaminasi senyawa logam berat Pb.

Kondisi ini menarik untuk diteliti, karena logam berat bersifat toksik dan mengalami akumulasi dalam tubuh ayam, salah satunya ialah sayap ayam. Penelitian mengenai sayap unggas khususnya unggas terrestrial telah dilakukan salah satunya oleh Ethier *et al.* (2007) dengan menggunakan. Penelitian ini menggunakan sayap ayam kampung dengan bulu sebagai indikator adanya pencemaran sebagai data pembanding Pb pada sayap unggas, khususnya sayap ayam kampung yang sering

dikonsumsi oleh masyarakat. Oleh sebab itu, sayap ayam menjadi obyek penelitian ini.

B. Perumusan Masalah

1. Berapa konsentrasi timbal (Pb) pada sayap ayam kampung (bulu, kulit, daging, dan tulang)?
2. Apakah terdapat hubungan antara konsentrasi a) Pb pada bulu dengan kulit dan b) hubungan konsentrasi Pb pada tulang dan daging?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsentrasi Pb pada sayap ayam kampung (bulu, kulit, daging, dan tulang).
2. Mengetahui adanya hubungan antara konsentrasi a) Pb pada organ dalam dan luar sebagai indikator pencemaran lingkungan dan b) hubungan konsentrasi Pb pada tulang dan daging yang berfungsi jangka panjang sebagai bioakumulasi dan konsumsi Pb pada daging.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai akumulasi Pb pada sayap ayam bermanfaat bagi masyarakat umum seperti peternak maupun pihak yang terkait dengan pengelolaan peternakan ayam, sebagai monitoring pencemaran Pb. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai data pembandingan mengenai konsentrasi logam berat Pb pada

unggas khususnya ayam kampung, juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pengaturan regulasi mengenai asupan Pb pada daging ayam dan pemeliharaan ayam yang benar.

©UKDW

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Rerata konsentrasi Pb pada sayap ayam terendah adalah konsentrasi Pb pada daging (K_D) $2,36 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, sedangkan rerata konsentrasi tertinggi pada radius (K_R) dengan nilai $11,38 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.
2. Terdapat hubungan korelasi konsentrasi Pb pada organ luar (bulu dan kulit), hubungan korelasi konsentrasi Pb pada organ dalam (daging, cartilago, radius, ulna, dan phalanges) dengan korelasi paling signifikan terdapat pada tulang (radius dengan ulna).
3. Terdapat hubungan korelasi konsentrasi Pb pada organ dalam dan organ luar yaitu hubungan korelasi K_K (kulit) dengan K_D (daging).
4. Akumulasi rerata Pb tertinggi terdapat pada daging (A_D) yaitu $58,59 \mu\text{g}$ dengan persentase 25,3% dan akumulasi rerata Pb terendah terdapat phalanges (A_P) yaitu $8,28 \mu\text{g}$ dengan persentase 3,6%.

B. Saran

1. Sayap ayam kampung memiliki potensi untuk monitoring terhadap pemaparan Pb.
2. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan penelitian mengenai pemaparan Pb terhadap konsumsi sayap ayam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., 2005. *Meningkatkan Produktivitas Ayam Kampung Petelur*. Tangerang: PT Agromedia Pustaka.
- Almansour, M.I., 2004. Using Feathers as a Biological Indicator of Lead Environmental Pollution. *Pak. J. Biol. Sci.* 7(11): 1884-1887. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2004/1884-1887.pdf>. Downloaded at 3 Januari, 14.50 WIB.
- Chasko, G.G, T.R. Hoen, dan P. Howell-Heller, 1984. Toxicity of Lead Shot to Wild Black Ducks and Mallard Fed Natural Foods. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.* 32: 417-428.
- Clausen, B., K. Elvested, dan O. Kralog, 1982. Lead Burden in Mute Swans from Denmark. *Nord. Vet. Med.* 34: 83-91.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Dauwe, T., L. Bervoets, R. Blust, and M. Eens, 2002. Tissue level of lead in experimentally dosed zebra finches (*Taeniopygia guttata*) with particular attention on the use of feathers as biomonitors. *Arch. Environ. Contamin. Toxicol.* 42: 88-92.
- Djohan, 2005. Pemaparan Timah Hitam (Pb) pada Kulit Wajah Pengendara Sepeda Motor di Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Djohan dan Tabbu, 2010. Akumulasi Timbal dalam Cakar Ayam Kampung. *Jur. Vet.* 11(1):7-16.
- Ethier, A. L. M., B. M. Braune, A. M. Scheuhammer, D. E. Bond, 2007. Comparison of Lead Residues among Avian Bones. *Env. Poll.* 145:915 - 919.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Franson, J. C., 1996. Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl, p:265–279. In W. N. Beyer, G. H. Heinz, and A. W. Redwood-Norwood (Eds.). *Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*. CRC Press, Lewis Publishers, New York, USA.
- Fraser, C., 1991. *The Merck Veterinary Manual: A Handbook of Diagnosis, Therapy, and Disease Prevention and Control for the Veterinarian Seventh Edition*. New Jersey, USA: Merck & Co., Inc.

- Glowiak, B. J., R. J. Palczynski and J. M. Pacyna, 1977. Environmental Lead and Mercury in the Area of Cooper Smelter. *In* USERDA Environmental Quarterly Report HASL-321, Health and Safety Laboratory, New York.
- Hariono, B., 1992. Pengaruh Polutan Timbal (Pb) pada Lingkungan. *Naskah Lomba Karya Tulis tentang Kesehatan Lingkungan dalam Rangka Dies Natalis ke-43 UGM*. Fakultas Kedokteran Hewan. Yogyakarta: UGM Press.
- Hu, H., 1998. Bone Lead as a New Biologic Marker of Lead Dose: Recent Findings and Implications for Public Health. *Env. Health Pers.* 106 (54).
- Juberg, D.R., 1997. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. New York: Academic Press.
- Klaassen, C., D. Mary, O. Amdur, J. Doull., 1996. *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. USA: McGraw-Hill Comp. Inc.
- Licata, P., F. Naccari, V. Lo Turco, R. Rando, G. Di Bella, dan G. Dugo, 2010. Levels of Cd (II), Mn (II), Pb (II), Cu (II), and Zn (II) in Common Buzzard (*Buteo buteo*) from Sicily (Italy) by Derivative Stripping Potentiometry. *Int. J. of Ecol.* doi:10.1155/2010/541948.
<http://www.hindawi.com/journals/ijeco/2010/541948.html>. Downloaded at 25 Desember 2010, 20.30 WIB.
- Lu, Frank, C., 1995. *Toksikologi Dasar: Asas, Organ, Sasaran, dan Penilaian*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Pacyna, J. M., 1987. Atmospheric Emission of Arsenic, Cadmium, Lead, and Mercury from High Temperature Process in Power Generation and Industry. *In* Hutchinson and Meema (Eds.). Lead, Mercury, and Arsenic in the Environment. John Wiley and Sons Ltd. p:68-88.
- Pain, D. J. 1996. Lead in waterfowl. *In* W. N. Neyer, G. H. Heinz, and A. W. Redmon-Norwood (Eds.). Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Palar, H., 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Pratiwi, R., 2006. Akumulasi Timah Hitam (Pb) pada Kaki Ayam Kampung (*Gallus domesticus*). Skripsi Fakultas Biologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
- Rahn, K. A., 1976. The Chemical Composition of Atmospheric Aerosol. Technical Report, Graduate School of Oceanography.
- Rukmana, R., 2003. *Ayam Buras Intensifikasi dan Kiat Pengembangan*. Yogyakarta: Kanisius. p:17-25.

- Scheuhammer, A.M. and K.M. Dickson, 1996. Patterns of Environmental Lead Exposure in Waterfowl in Eastern Canada. *Ambio*. 25:14–20.
- Skerfving S. and I. A. Bergdahl, 2007. Lead. Handbook on the Toxicology of Metals 3E Chapter 31: 599-643.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2009. Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan. SNI 7387:2009. BSNI ICS 67.220.20. http://agribisnis.deptan.go.id/download/layanan_informasi/mutu_dan_standarisasi/sni_tanaman_pangan/batas_maksimum_cemaran_logam_berat_dalam_pangan__sni_7387-2009.pdf. Downloaded at 8 Januari 2011 3.03 WIB.
- Strom, S. M., J. A. Langenberg, N. K. Businga, and J. K. Batten. 2009. Lead exposure in Wisconsin birds. In R. T. Watson, M. Fuller, M. Pokras, and W. G. Hunt (Eds.). Ingestion of Lead from Spent Ammunition: Implications for Wildlife and Humans. The Peregrine Fund, Boise, Idaho, USA. DOI 10.4080/ilsa.2009.0205. http://www.peregrinefund.org/lead_conference/PDF/0205%20Strom.pdf. Download at 10 Desember 2010 16.05 WIB.