

## PROFIL Pb DAN Cd PADA AYAM BROILER YANG DIBERI CAMPURAN PAKAN GULMA *Salvinia molesta* RAWA PENING

### PROFILE OF Pb AND Cd ON BROILER CHICKEN PROVIDED WITH *Salvinia molesta* RAWA PENING SUGAR MIXED

B. Dwiloka<sup>1\*</sup>, A. Setiadi<sup>2</sup>, dan I.S. Santoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang 50275, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Agribisnis, Fakultas Peternakan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang 50275, Indonesia

\*corresponding author : bdl\_consulting@yahoo.com

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil kandungan Pb dan Cd pada daging dan hati ayam broiler yang diberi pakan campuran gulma *Salvinia molesta* Rawa Pening. Materi yang digunakan adalah daging komposit (campuran dada, paha, dan sayap) dan hati yang diperoleh ayam broiler jantan strain Lohman yang dipelihara selama 6 minggu di kandang *litter* Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Analisis Pb dan Cd dengan perangkat AAS. Ayam broiler diberi 4 macam pakan, yaitu T<sub>0</sub> (tanpa tepung daun *S. molesta*), T<sub>1</sub> (6% tepung daun *S. molesta*), T<sub>2</sub> (12% tepung daun *S. molesta*), dan T<sub>3</sub> (18% tepung daun *S. molesta*), ulangan 2 kali untuk masing-masing perlakuan. Data kandungan Pb dan Cd pada daging dan hati ayam broiler, dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar ambang batas yang ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia dan WHO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging dan hati ayam broiler Lohman jantan yang diberi pakan tepung daun *S. molesta* sebagai pakan campuran, mengandung Pb dan Cd, meskipun masih di bawah ambang batas. Semakin banyak tepung daun *S. molesta* yang diberikan sebagai pakan campuran, kandungan Pb dan Cd cenderung semakin meningkat. Simpulan penelitian ini, semakin banyak tepung daun *S. molesta* yang diberikan sebagai pakan, kandungan Pb dan Cd semakin meningkat pula.

**Kata kunci:** Pb, Cd, ayam broiler, *Salvinia molesta*

#### ABSTRACT

This study aims to determine the profile of Pb and Cd content in the meat and liver of broiler chickens fed a mixture of *S. molesta* Rawa Pening weed. The materials used were composite meat (a mixture of breasts, thighs and wings) and liver obtained by male broiler Lohman strains kept for 6 weeks in the litter cage of the Faculty of Animal Husbandry and Agriculture, Diponegoro University. Pb and Cd analysis using AAS device. Broiler chickens were given 4 types of feed, namely T<sub>0</sub> (without *S. molesta* leaf meal), T<sub>1</sub> (6% *S. molesta* leaf meal), T<sub>2</sub> (12% *S. molesta* leaf meal), and T<sub>3</sub> (18% *S. molesta* leaf meal), repeat 2 times for each treatment. Data on Pb and Cd content in broiler meat and liver were analyzed descriptively and compared with the threshold standards set by the Government of Indonesia and WHO. The results showed that the meat and liver of male Lohman broiler chickens fed with *S. molesta* leaf meal as a mixed diet contained Pb and Cd, although they were still below the threshold. The more *S. molesta* leaf meal that is given as mixed feed, the Pb and Cd content tends to increase. The conclusion of this study, the more *S. molesta* leaf meal was given as feed, the Pb and Cd content also increased.

**Keywords:** Pb, Cd, broiler chickens, *Salvinia molesta*

#### 1. Pendahuluan

Pertumbuhan ayam broiler ditandai dengan penambahan bobot badan hingga mencapai bobot potong. Pertumbuhan terjadi dengan bertambahnya jumlah dan ukuran sel yang disebut dengan hiperplasia serta cairan ekstraseluler yang disebut dengan hipertropi. Pertumbuhan ayam broiler mengikuti kurva sigmoid. Melalui kurva sigmoid ini dapat dilihat bahwa pertumbuhan terjadi secara cepat sejak awal pertumbuhannya sampai mencapai masa pubertas, kemudian terus menurun dan mencapai titik nol (tidak

ada penambahan bobot badan) pada saat bobot potong tercapai. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ayam broiler adalah genetik, lingkungan, dan pakan. Pakan ayam broiler merupakan komponen terbesar (60 – 80%) dalam seluruh biaya produksi yang dikeluarkan. Pada prinsipnya, ada dua jenis pakan ayam broiler yaitu pakan *starter* dan pakan *finisher*. Pakan pada kedua periode pertumbuhan ini, membutuhkan biaya yang cukup tinggi, sehingga diperlukan campuran untuk mengurangi biaya dengan tetap memenuhi standar. Salah satu jenis bahan pakan inkonvensional yang dapat diberikan adalah daun kayambang (*Salvinia molesta*),

yang terbukti dapat diberikan pada ayam broiler sebagai campuran pakan.

*S. molesta* atau yang sering disebut di Indonesia dengan nama kiyambang merupakan tumbuhan air yang mengapung yang banyak ditemukan di sungai, rawa, sawah dan kolam (Soerjani *et al.*, 1987). Secara morfologi *S. molesta* memiliki diameter daun yang relatif kecil (rata-rata 2-4 cm) tetapi memiliki perakaran yang lebat dan panjang (Oliver, 1993). Dilihat dari kandungan nutrisinya *S. molesta* cukup bersaing dengan pakan konvensional lainnya. Hal ini dapat dilihat dari kandungan proteinnya yang mencapai 15,90% dan energi metabolis mencapai 2349 sampai 2823 kkal/kg (Sumiati *et al.*, 2001).

Menurut Nurhaya (2001) pada penelitiannya tentang *S. molesta* yang diberikan pada itik lokal bahwa nilai kecernaan bahan kering mencapai  $26,49 \pm 7,97\%$ , kecernaan serat kasar  $54,33 \pm 9,47\%$ , selulosa  $5,29 \pm 13,16\%$  dan hemiselulosa  $66,67 \pm 26,66\%$ , dari hasil penelitian bahwa *S. molesta* sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai alternatif pakan unggas. Pada penelitian yang dilakukan Rosani (2002), dilaporkan bahwa *S. molesta* dapat digunakan sampai 10% di dalam ransum itik lokal jantan umur empat sampai delapan minggu. Tepung *S. molesta* dapat dikonsumsi ayam broiler umur 11-54 hari hingga 12% dalam ransum, walaupun porsi yang terbaik diberikan perpaduan antara 4% dedak halus dan 8% *S. molesta* (Haloho dan Silalahi, 1997). Kandungan energi metabolisme dan nutrisi *S. molesta* mengandung beberapa zat makanan. Menurut Adrizal (2002) beberapa kandungan nutrisi *S. molesta* seperti energi metabolis sebesar 2200 kkal/kg, protein kasar sebesar 15,9 kkal/kg, lemak kasar 2,1 kkal/kg, serat kasar 16,8 kkal/kg, kalsium 1,27 kkal/kg, posfor 0,789 kkal/kg, losin 0,611 kkal/kg, metionin 0,765 kkal/kg dan sistein 0,724 kkal/kg.

Di lain pihak, *S. molesta* juga merupakan salah satu tanaman penyerap polutan logam berat, antara lain Pb, Cd, dan Cr yang terdapat pada limbah cair (Sudibyaningsih, 2004). Proses perpindahan logam berat dari *S. molesta* yang diberikan sebagai pakan ke dalam jaringan ayam sangat mungkin terjadi.

Mekanisme akumulasi senyawa logam berat terjadi melalui suatu rantai makanan, dan organisme tertinggi yang paling banyak tingkat akumulasi senyawa tersebut. Logam berat yang terakumulasi dalam tubuh akan menghalangi kerja gugus fungsi biomolekul yang esensial untuk proses-proses biologis seperti protein dan enzim, kemudian menggantikan ion-ion logam esensial yang terdapat dalam molekul terkait dan mengadakan modifikasi atau perubahan bentuk dari gugus-gugus aktif yang dimiliki oleh biomolekul sehingga terjadi malfungsi sistem metabolisme tubuh. Untuk mengetahui fenomena logam berat dalam tubuh ternak, dalam hal ini ayam broiler, diperlukan penelitian guna mengkaji dan menjelaskan dugaan yang ada sehingga dapat ditentukan apakah benar bahwa logam berat masuk ke dalam jaringan karkas dan nonkarkas ayam broiler sesuai dengan kajian penelitian ini. Fenomena logam berat dalam kajian penelitian ini, difokuskan pada Pb dan Cd

berdasarkan pertimbangan bahwa *S. molesta* yang diberikan sebagai pakan tambahan, merupakan penyerap polutan Pb, Cd, dan Cr.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium peternakan Universitas Diponegoro. Penelitian ini diawali dengan persiapan kandang, yang meliputi pemasangan tirai dan *flock*, penebaran sekam, pemasangan lampu *brooder*, pengapuran kandang, fumigasi, dan kegiatan lain. Pemotongan dan dilanjutkan dengan preparasi sampel, dilakukan pada usia potong 6 minggu. Setelah semua preparasi awal sampel selesai, kemudian dilakukan analisis kandungan logam beratnya.

### 2.1. Bahan

Bahan penelitian meliputi ayam broiler jantan galur Lohman umur 1 hari (DOC) dengan bobot awal rata-rata  $45,12 \pm 3,52$  g/ekor. Pada pengujian kandungan logam berat digunakan bahan penelitian daging ayam komposit (bagian dada, paha, dan sayap) dan hati yang diperoleh dari pemotongan pada umur 6 minggu. Selain jenis sampel tersebut juga dianalisis tepung daun *S. molesta* dan air Rawa Pening.

### 2.2. Alat

Peralatan yang digunakan untuk penyiapan sampel awal pisau skalpel untuk preparasi, timbangan analitik (merk Sartorius) dengan ketelitian 0,0001 g, teflon, dan alat pendukung lain. Pada pengujian kandungan logam dengan SSA digunakan peralatan *Atomic Absorption Spectrometre Double beam*, merk Hitachi Z.

### 2.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan dua ulangan untuk tiap-tiap perlakuan. Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian tahap kedua ini adalah sebagai berikut.

T<sub>0</sub> : ayam yang diberi pakan tanpa campuran tepung daun *S. molesta*

T<sub>1</sub> : ayam yang diberi pakan campuran tepung daun *S. molesta* 6% dari ransum standar

T<sub>2</sub> : ayam yang diberi pakan campuran tepung daun *S. molesta* 12% dari ransum standar

T<sub>3</sub> : ayam yang diberi pakan campuran tepung daun *S. molesta* 18% dari ransum standar

### 2.4. Prosedur Penelitian

Sebanyak 100 ekor DOC broiler galur Lohman dengan bobot awal rata-rata  $45,12 \pm 3,52$  g dipelihara untuk bahan penelitian. Pakan yang diberikan selama pemeliharaan adalah pakan perlakuan sebagaimana disebutkan di atas. Pakan periode *starter* diberikan pada umur dua hari dalam bentuk butiran/remah (*crumbles*) sampai umur 30 hari, kemudian diganti dengan pakan periode *finisher* mulai umur 31 hari sampai umur 45 hari. Pemberian pakan dan air minum dilakukan secara *ad-libitum*. Selama pemeliharaan juga diberikan makanan

pelengkap dan vaksinasi. Makanan pelengkap dicampurkan pada air minumnya, selama sepuluh hari pertama dengan Neobro, kemudian diganti sampai umur 45 hari dengan Vitabro. Untuk mencegah penyakit berak darah (*coccidiosis*), diberikan Coccilin dalam air minumnya, sampai umur sepuluh hari. Pemberian makanan pelengkap dan Coccilin dilakukan secara berselang-seling, dengan maksud untuk menghindari terjadinya reaksi kimiawi. Vaksinasi terhadap penyakit tetelo (*New Castle Disease*), diberikan vaksin aktif strain Kumarov, yang dilakukan dua tahap. Pertama, dilakukan pada umur empat hari, melalui tetes mata, dan kemudian diulang pada tahap kedua yaitu umur 28 hari melalui air minum.

Kandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang individu, berukuran masing-masing (35 x 35) cm berjumlah 20 buah. Tinggi kandang 60 cm dan tinggi lantai kandang 40 cm di atas tanah. Dinding terbuat dari bilah bambu dan bagian atas kandang dibiarkan terbuka. Alas kandang model *litter*. Tiap-tiap kandang dilengkapi dengan satu buah tempat makanan dan satu buah tempat minum gantung. Sumber pemanas digunakan lampu bolam masing-masing 10 watt yang diatur sedemikian rupa sehingga dapat mencukupi kebutuhan panas yang diperlukan bagi anak ayam, kira-kira 30 – 35°C. Ayam dipelihara secara kelompok dengan penempatan secara acak. Pemberian pakan dan air minum secara *ad-libitum*, diberikan sebanyak tiga kali dalam sehari yaitu pada pagi hari (pukul 06.00), siang hari (pukul 12.00), dan sore hari (pukul 18.00).

Pemotongan dilakukan pada akhir minggu keenam. Sebelum dipotong, ayam dipuaskan terlebih dahulu selama kira-kira 12 jam, dengan cara ayam tidak diberi pakan pada sore hari (pukul 18.00) sampai dengan pagi hari (pukul 06.00). Pemotongan dilakukan secara Islami yaitu dengan cara memutuskan *vena jugularis* dan *arteri carotis* menggunakan pisau *stainless steel*, darah yang keluar ditampung. Bulu-bulu dicabuti sampai bersih, kemudian bagian karkas dipisahkan dari nonkarkasnya. Setelah dibersihkan, diambil daging bagian dada, paha, dan sayap, serta hati untuk dilakukan preparasi. Semua preparasi menggunakan pisau skalpel

*stainless steel* untuk digunakan sebagai bahan analisis. Bahan berupa daging komposit (campuran dari dada, paha, dan sayap), dan hati ditimbang dengan berat rata-rata 20 g.

#### 2.5. Pengujian Sampel dengan Metode SAA

Prosedur pengujian sampel dengan metode SAA menggunakan acuan SNI 01-2896-1998. Pengujian unsur logam dalam sampel meliputi pengabuan kering *digester microwave*, hidrolisis, dan destruksi dengan asam dan peroksida. Selanjutnya dilakukan pelarutan dan pembacaan absorbansi dengan spektrofotometer serapan atom. Sampel kering ditimbang secara tepat, kemudian sampel dimasukkan ke dalam teflon ukuran 10 - 25 ml lalu ditambahkan sebanyak 5 ml larutan HNO<sub>3</sub> 65% dan aquabides 5 ml. Sampel tersebut didestruksi di atas *hot plate* hingga zat organik yang ada menguap secara sempurna dan jernih dengan penambahan beberapa tetes H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%. Setelah itu disaring dengan kertas saring Whatman Nomor 40 dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu takar ukuran 25 ml dan diencerkan menggunakan aquabides sampai tanda 25 ml. Larutan ini selanjutnya merupakan larutan sampel yang akan digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur Cd dan Pb pada sampel dengan menggunakan alat SSA. Setelah itu sampel dianalisis dengan menggunakan SSA dengan nyala udara-asetilin. Logam Pb dan Cd diukur pada panjang gelombang 217 nm sedangkan Cd pada 228,6 nm.

#### 2.6. Analisis Data

Data profil logam berat Pb dan Cd dianalisis secara deskriptif kualitatif, dan dibandingkan dengan standar ambang batas yang dikeluarkan oleh Pemerintah Indonesia dan badan-badan lain di luar negeri.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daging dan hati ayam Lohman jantan ternyata mengandung Pb dan Cd (Tabel 1) meskipun dalam konsentrasi yang belum berada di atas batas residu limit maksimum (MRL, *Maximum Residue Limit*).

**Tabel 1 Kandungan Pb dan pada Daging dan Hati Ayam Broiler Lohman Jantan**

No.	Perlakuan	Rata-rata kandungan Pb		Rata-rata kandungan Cd	
		pada daging	pada hati	pada daging	pada hati
1	T <sub>0</sub>	0,027	0,526	0,027	0,526
2	T <sub>1</sub>	0,036	0,673	0,036	0,673
3	T <sub>2</sub>	0,037	0,735	0,037	0,735
4	T <sub>3</sub>	0,037	0,828	0,037	0,828
Standar MRL:					
a. Depkes RI (1998)		2,000		-	
b. FAO/IAEA (2004)		2,000		5,000	

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hati lebih banyak mengandung Pb dan Cd dibanding dengan daging. Hal ini disebabkan bahwa hati dan ginjal adalah

target utama dalam akumulasi dan toksisitas Cd dengan efek nefrotoksik (Beldoménico *et al.*, 2001). Hampir semua penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu

pada berbagai jenis ternak, ternyata Cd lebih banyak terakumulasi pada hati dan ginjal, seperti pada kuda (Jorhem, 1999), anak sapi (Miranda *et al.*, 2000), domba (Faix *et al.*, 2005, Rogowska *et al.*, 2008), dan sapi (Iwegbue, 2008). Pada penelitian ini, secara relatif kandungan Pb dan Cd baik pada daging maupun hati cenderung meningkat sejalan dengan peningkatan aras tepung daun *S. molesta* yang diberikan. Hal ini dapat saja terjadi karena tepung daun *S. molesta* yang digunakan sebagai bahan campuran pakan juga mengandung Pb dan Cd, masing-masing 0,426 ppm untuk Pb dan 0,620 ppm untuk Cd. Kandungan Pb dan Cd pada tepung daun *S. molesta* tersebut, salah satunya diduga berasal dari air Rawa Pening tempat gulma ini diambil, karena berdasarkan hasil analisis air Rawa Pening ini juga mengandung Pb sebesar 0,230 ppm dan Cd sebanyak 0,162 ppm.

Selain pakan *S. molesta*, beberapa faktor yang menjadi penyebab terdapatnya Pb dan Cd pada daging dan hati ayam broiler ini antara lain adalah bahan baku pakan, pakan komersial standar, air minum, dan *litter* tempat ayam dipelihara. Penelitian Dwiloka (2011) menunjukkan bahwa bahan pakan penyusun ransum yang digunakan untuk pemeliharaan ayam broiler ternyata mengandung Pb dan Cd (Tabel 2). Pakan

komersial *starter* dan *finisher* yang berasal dari tiga merek yang digunakan untuk penelitian Dwiloka (2011) juga mengandung Pb dan Cd, demikian pula air minum, dan *litter* (Tabel 3), juga mengandung Pb dan Cd.

Banyak sumber pembanding baik di Indonesia maupun di dunia Internasional yang digunakan untuk mengetahui *Maximum Residue Limit* (MRL) atau tingkat toksisitas Pb dan Cd. Pada penelitian ini menggunakan pembanding dari standar Depkes RI (1998) dan FAO/IAEA (2004). Hasil analisis menunjukkan bahwa daun *S. molesta* yang digunakan untuk campuran pakan ternyata kandungan Pb dan Cd. Demikian dengan bahan yang lain, jika mengacu pada hasil penelitian Dwiloka (2011) bahan baku pakan, pakan komersial, dan air minum juga mengandung Pb dan Cd. *Litter* demikian pula.

Kandungan Pb dan Cd yang terakumulasi pada daging komposit maupun hati ayam broiler ini, dimungkinkan pula disebabkan karena yang diekskresikan melalui ekskreta juga rendah, sebagaimana penelitian Dwiloka (2011). Meskipun akumulasi Pb dan Cd pada daging ayam broiler relatif kecil, perlu diwaspadai mengingat Pb tergolong logam berat yang memiliki toksisitas cukup tinggi.

**Tabel 2 Rata-rata Kandungan Pb dan Cd pada Bahan Penyusun Pakan**

Bahan Pakan	Pb (ppm)	Cd (ppm)
Jagung	0,0418	0,0001
Bekatul	0,0923	0,0144
Kacang Hijau	0,0000	0,0000
Kacang Kedelai	0,0000	0,0001
Bungkil Kacang Kedelai	0,0000	0,0000
Bungkil Kelapa Sawit	0,0693	0,0000
Limit Deteksi	0,0150	0,0012

Sumber : Dwiloka (2011)

**Tabel 3 Rata-rata Kandungan Pb dan Cd pada Pakan Komersial, Air mInum, dan Litter**

Materi	Pb (ppm)	Cd (ppm)
Komersial merk X <i>starter</i>	0,1829	0,0002
Komersial merk X <i>finisher</i>	0,7708	0,0000
Komersial merk Y	0,6258	0,0522
Air minum ayam	0,0136	0,0000
<i>Litter</i>	0,5428	0,0738

Sumber : Dwiloka (2011)

Kandungan Cd dalam organ hewan dengan waktu hidup yang panjang, meningkat seiring perjalanan umur. Pengaruh spesifik umur dalam status Cd, kemungkinan berasal dari paruh waktu biologis yang panjang dari elemen ini dalam ginjal, yang terindikasi lebih dari 10 tahun (Beldoménico *et al.*, 2001). Penelitian Beldoménico *et al.* (2001) menemukan bahwa konsentrasi Cd yang tinggi (73 ppm) berhubungan erat dengan umur hewan yang relatif masih muda (6 tahun) untuk kuda. Cd meningkat seiring dengan peningkatan waktu, sebagaimana dapat dilihat pada jaringan biri-biri, domba, sapi, dan babi yang relatif berumur muda (Jorhem, 1999).

Pada jaringan atau organ tubuh, Pb akan terakumulasi pada tulang karena logam ini dalam bentuk

ion ( $Pb^{2-}$ ) yang mampu menggantikan keberadaan ion  $Ca^{2-}$  yang terdapat dalam jaringan tulang (Palar, 1994). Namun demikian, jumlah Pb yang masuk ke dalam tubuh bersama makanan dan/atau minuman masih mungkin ditoleransi oleh lambung disebabkan asam lambung (HCl) mempunyai kemampuan untuk menyerap Pb. Selain itu, Pb dapat pula diekskresikan lebih banyak melalui faeses. Sementara Cd akan terakumulasi pada berbagai organ tubuh, seperti dalam jaringan tulang, darah, ginjal, dan organ lain. Keracunan yang disebabkan oleh daya toksik yang dibawa oleh Cd terjadi dalam waktu yang sangat lama karena Cd masuk ke dalam tubuh jumlah yang sangat kecil sehingga dapat ditoleransi oleh tubuh pada saat itu (Palar, 1994). Akan tetapi, karena proses kemasukan tersebut terjadi secara

terus menerus, maka tubuh pada batas akhir tidak lagi mampu memberikan toleransi terhadap daya toksik yang dibawa oleh Cd tersebut. Oleh sebab itu, keberadaan Pb dan Cd dalam makanan, termasuk dalam karkas dan bagian-bagian lain ayam broiler, perlu diwaspadai mengingat daya toksik yang dibawa oleh kedua jenis logam tersebut.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa daging komposit dan hati ayam broiler yang diberi pakan tambahan tepung daun *Salvinia molesta*, mengandung Pb dan Cd, meskipun masih di bawah ambang batas.

#### 5. Daftar Pustaka

- Adrival. 2002. Aplikasi Program Linier untuk Menganalisis Pemanfaatan *S. molesta* sebagai Bahan Pakan Itik. Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS702). Program Pascasarjana/S3. Institut Pertanian Bogor. Digital Library IPB.ac.id (diakses pada tanggal 4 November 2011).
- Beldoménico, H.R., E. Baroni, D.U. Campogni, M.E. Sigrist, M. Rubio, and J.C. Boggio. 2001. Cadmium accumulation and distribution in slaughtered horse kidneys from the Argentina Central Region. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 41:100-103.
- Departemen Kesehatan RI. 1998. Surat Keputusan Menteri Kesehatan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam Dalam Makanan. Kumpulan Peraturan Perundang-Undangan di Bidang Makanan dan Minuman. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Dwiloka, B. 2011. Pola Bioakumulasi Logam Berat pada Ayam broiler. Disertasi. Program Doktor Ilmu Peternakan, Pascasarjana Universitas Diponegoro. Tidak Dipublikasi.
- Faix, S., Z. Faixova, K. Boldizarova, dan P. Javorsky. 2005. The effect of long-term high heavy metal intake on lipid peroxidation of gastrointestinal tissue in sheep. Vet. Met.-Czech. 50:401-405.
- FAO/IAEA Training and Reference Centre. 2004. Toxic Metals. <http://www.iaea.org/trc/>. Tanggal akses : 4 Maret 2005.
- Iwegbue, C.M.A., 2008. Heavy metal composition of livers and kidneys of cattle from southern Nigeria. Vet. Arviv. 78:401-410.
- Jorhem, L. 1999. Lead and cadmium in tissues from horse, sheep, lamb and reindeer in Sweden. Z. Lebensm Unters Forsch A. 208:106-109.
- Miranda, M., M.L. Alonso, C. Castillo, J. Hernández, and J.L. Benedito. 2001. Cadmium levels in liver, kidney and meat in calves from Asturias (North Spain). Eur Food Res. Technol. 212:426-430.
- Nurhaya, A. 2001. Kecernaan Bahan Kering, Serat Kasar, Selulosa, dan Hemiselulosa Kayambang (*Salvinia molesta*) pada Itik Lokal. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Oliver, J.D. 1993. A review of the Biology giant salvinia (*S. molesta* Mitchell). J. of Aquatic Plant Management 31:227-231.
- Palar, H. 1994. Pencernaan dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Rogowska, K.A., J. Monkiewicz, dan S. Kaszyca. 2008. Correlations in cadmium concentrations in the body of the sheep poisoned subacutely and nourished with or without a supplement of detoxicating preparation. Bull. Vet. Pulawy, 52 :135-140.
- Rosani, U., 2002. Performa Itik Lokal Jantan Umur 4-8 Minggu dengan Pemberian Kayambang (*Salvinia molesta*) dalam Ransumnya. Skripsi Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Soerjani, M., A.J.G.H. Koestermas, dan G. Tjitrosoepomo. 1987. Weed of Rice in Indonesia. Balai Pustaka, Jakarta.
- Sumiati, I.K. Amrullah dan A. N. Setiawati. 2001. Pengukuran Nilai Energi Metabolis Kayambang (*Salvinia molesta*) pada Itik Lokal dengan Modifikasi Metode Mc Nab and Blair. Prosiding Seminar Nasional III Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Indonesia (AINI) Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Sudibyaningsih, 2005. Gulma Air *Eichomia crassipes* dan *S. molesta* sebagai Fitoremediator Logam Kadmium dan Krom Heksavalen dalam Penanganan Limbah Cair. Agris. Record. (Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto (Indonesia), Fakultas Biologi).