

PENGARUH PEMBERIAN MINERAL SENG DAN KALSIUM PADA PAKAN TERHADAP AKUMULASI KADMIUM DALAM ORGAN HATI AYAM PEDAGING

SRI RACHMAWATI, DARMONO, dan ZAINAL ARIFIN

Balai Penelitian Veteriner,
Jalan R.E. Martadinata 30, P.O. Box 151, Bogor 16114, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 6 Mei 1999)

ABSTRACT

RACHMAWATI, S., DARMONO, and Z. ARIFIN. 1999. Effects of zinc and calcium minerals intake on cadmium accumulation in the liver of broiler chicken. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4(3):209-214.

Cadmium is a heavy metal which can accumulate in animal tissues, may have an effect the growth of chicken, causes a residual problems and is danger for human consumption. Study on evaluating the effect of mineral zinc (Zn) and calcium (Ca) intake on cadmium (Cd) accumulation in the liver of broilers and their growth was carried out. One hundred and eighty of day old chicks (DOC) were divided into 6 groups, group I was used as control, group II, III, IV, V and VI were given feed containing of 5 ppm Cd, 5 ppm Cd and 10 ppm Zn, 5 ppm Cd and 15 ppm Zn, 5 ppm Cd and 10 ppm Ca, 5 ppm Cd and 15 ppm Ca respectively in their feed. Cd, Zn and Ca were added as CdCl₂, ZnCl₂ and CaCl₂. During the experiment, at week -0, -1, -2, -3 and -4, five chickens from each group were weighed and then they were slaughtered and livers were collected. The liver samples were analyzed for Cd content by Atomic Absorption Spectrophotometer. The result indicated that Cd exposed to chickens caused the accumulation of that Cd in their liver. The addition of 15 ppm Zn in feed reduced the accumulation of Cd in liver significantly (P<0.05). However the addition of Ca in chicken feed gave greater effect in reducing the Cd accumulation in liver compared to that of Zn supplementation. 10 ppm Ca and 15 ppm Ca in chicken feed caused the accumulation of Cd in liver chicken significantly decreased (P<0.05). Ca supplementation also caused of increasing body weight of chickens. The body weight of five weeks old chickens given 15 ppm Ca in their feed as in average of 1,820 grams is higher than that of chickens in control group, which was 1,761 grams. Whereas the body weight of chickens in group IV, which was given with 15 ppm Zn in their diet was in average of 1,745 grams. It was concluded that Zn and Ca can reduce the accumulation of Cd in broiler chicken liver.

Key words : Zinc, calcium, accumulation, cadmium

ABSTRAK

RACHMAWATI, S., DARMONO, dan Z. ARIFIN. 1999. Pengaruh pemberian seng dan kalsium pada pakan terhadap akumulasi kadmium dalam organ hati ayam pedaging. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4(3): 209-214.

Kadmium merupakan logam berat yang dapat berakumulasi pada organ viseral sehingga dapat mengendap sebagai residu pada produk ternak. Logam tersebut dapat mengganggu pertumbuhan ternak serta berbahaya bagi manusia. Suatu studi untuk mengevaluasi pengaruh penambahan mineral seng (Zn) dan kalsium (Ca) dalam pakan terhadap akumulasi kadmium (Cd) dalam hati ayam pedaging dan pengaruh pertumbuhan pada ayam pedaging telah dilakukan. Sebanyak 180 ekor ayam pedaging umur 1 hari dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu kelompok I kontrol, kelompok II, III, IV, V dan VI masing-masing diberi pakan dengan penambahan Cd 5 ppm, Cd 5 ppm dan Zn 10 ppm, Cd 5 ppm dan Zn 15 ppm, Cd 5 ppm dan Ca 10 ppm serta Cd 5 ppm dan Ca 15 ppm. Mineral tersebut diberikan dalam bentuk CdCl₂, ZnCl₂ dan CaCl₂. Pada minggu ke-0, -1, -2, -3, dan -4 dilakukan penimbangan bobot ayam dan pematangan ayam masing-masing 5 ekor dari setiap kelompok untuk diambil organ hati dan dianalisis kandungan Cd-nya secara Spektrofotometer Serapan Atom. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian Cd dalam pakan menyebabkan terjadinya akumulasi Cd dalam hati. Pemberian Zn pada pakan ternyata dapat mengurangi kadar Cd yang terakumulasi dalam hati secara nyata (P<0,05) pada konsentrasi 15 ppm. Pengaruh pemberian Ca dalam pakan ayam pedaging terlihat lebih nyata (P<0,05) dalam menurunkan kadar Cd pada organ hati. Pemberian Ca 10 ppm dan 15 ppm dalam pakan menyebabkan penurunan akumulasi Cd dalam hati secara nyata (P<0,05). Ca dalam pakan juga menyebabkan pertumbuhan ayam lebih baik. Bobot ayam umur 5 minggu pada kelompok yang pakannya ditambahkan 15 ppm Ca mencapai rata-rata 1.820 gram, lebih tinggi daripada bobot ayam pada kelompok kontrol, yaitu rata-rata 1.761 gram. Sementara itu, bobot ayam pada kelompok IV, yaitu pakan dengan penambahan Zn 15 ppm, rata-rata 1.745 gram. Dapat disimpulkan bahwa mineral Zn dan Ca dapat digunakan untuk mengurangi terjadinya akumulasi Cd dalam hati ayam pedaging.

Kata kunci : Seng, kalsium, akumulasi, kadmium

PENDAHULUAN

Kadmium (Cd) adalah salah satu logam berat yang sangat toksik, mempunyai sifat akumulatif dan banyak ditemukan dalam campuran mineral superfosfat baik sebagai pupuk maupun sebagai sumber mineral pakan ternak. Kadar Cd dalam bahan suplemen fosfat pakan ternak yang ditemukan di Amerika mencapai 67,3 ppm (UNDERWOOD, 1977; SULLIVAN *et al.*, 1994). Oleh karena itu pemberian suplemen yang mengandung Cd tinggi dapat menyebabkan toksik pada ayam yang diakibatkan terakumulasinya Cd dalam jaringan.

Analisis terhadap beberapa jenis pakan ternak ayam ras di Indonesia, menunjukkan bahwa sebagian besar pakan ternak tersebut mengandung Cd dan 19 dari 38 sampel pakan yang diperiksa mengandung Cd >0,5 ppm yang berarti melebihi batas maksimal toleransi yang diijinkan (RACHMAWATI *et al.*, 1996). Cd yang termakan ternak akan terakumulasi dalam jaringan, terutama dalam hati dan ginjal serta dapat menyebabkan pengaruh patologik terhadap jaringan tersebut, yaitu nekrosis pada tubulus ginjal dan sel hati (DUDLEY *et al.*, 1982; GOERING dan KLASSEN, 1984; TANAKA *et al.*, 1995). Pengaruh negatif lain dari Cd dalam tubuh hewan adalah menyebabkan gangguan terhadap absorpsi unsur nutrisi seperti mineral esensial seng (Zn), kalsium (Ca), besi (Fe), tembaga (Cu) dan mangan (Mn), yang mempunyai fungsi penting dalam metabolisme hormon (SCHENKEL dan KREHL, 1981). Cd dengan konsentrasi 1,0 ppm pada pakan tikus dilaporkan dapat menekan bobot badan dan mempengaruhi aktivitas enzim yang berfungsi dalam sintesis glukosa (MERALI dan SINGHAL, 1978), sementara itu, kadar Cd yang tinggi (50-100 ppm) pada pakan ternak ayam pedaging dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan badan dan tulang ayam (DARMONO *et al.*, 1996).

Akumulasi Cd dalam jaringan atau organ ternak dapat terjadi dan menyebabkan residu logam Cd pada produk ternak tersebut, dalam jangka panjang dapat membahayakan manusia yang mengkonsumsinya. Penelitian di Amerika dan Kanada terhadap sampel-sampel organ hati dan ginjal dari ternak besar dan unggas, menunjukkan bahwa sebagian besar sampel-sampel organ tersebut positif mengandung Cd (SALISBURY dan CHAN, 1991; COLEMAN *et al.*, 1992). Dari penelitian lapang di Indonesia diketahui bahwa sampel organ hati ayam pedaging yang diambil dari daerah Bekasi dan Tangerang mengandung Cd dalam kisaran 0,06-1,0 ppm (RACHMAWATI, 1998).

Penelitian detoksisitas Cd pada hewan percobaan tikus dan mencit pernah dilaporkan, yaitu dengan cara menginjeksi larutan garam Zn dan pemberian Zn pada pakan serta pemberian Zn melalui inhalasi lewat hidung (GOERING dan KLASSEN, 1984; UEDA *et al.*, 1987; TANAKA *et al.*, 1995). Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Zn dapat mengurangi efek negatif

Cd. Selain itu, Ca dilaporkan dapat pula mengurangi efek toksik dari Cd (SCHENKEL dan KREHL, 1981).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan mineral Zn dan Ca pada pakan yang mengandung Cd terhadap akumulasi Cd dalam hati serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan ayam pedaging.

MATERI DAN METODE

Ayam pedaging

Sebanyak 180 ekor ayam pedaging varietas Shaves yang berumur 1 hari diperoleh dari PT Cargill Indonesia, Kedung Halang Talang, Bogor. Pakan ayam yang diberikan adalah produksi PT Gold Coin tipe 201C dan 202C, dan air minum yang diberikan berasal dari Perusahaan Air Minum (PAM), Kotamadya Bogor.

Rancangan percobaan dan sampling

Sebelum dimulai percobaan anak ayam tersebut diadaptasikan selama 1 minggu, kemudian ayam dibagi menjadi 6 kelompok dan diberi perlakuan yang berbeda, yaitu : kelompok I (kelompok kontrol), diberi pakan komersial biasa; kelompok II, pakan + Cd 5 ppm; kelompok III, pakan + Cd 5 ppm + Zn 10 ppm; kelompok IV, pakan + Cd 5 ppm + Zn 15 ppm; kelompok V, pakan + Cd 5 ppm + Ca 10 ppm; dan kelompok VI, pakan + Cd 5 ppm+ Ca 15 ppm.

Cd, Zn dan Ca yang ditambahkan ke dalam pakan dalam bentuk CdCl₂, ZnCl₂, dan CaCl₂, dicampur secara merata dan dibuat setiap 10 kg pakan. Tiap kelompok ayam dipelihara secara terpisah dengan sistem litter dan diberi pakan secara *ad libitum*. Pengambilan sampel hati dilakukan dengan cara memotong sebanyak 5 ekor ayam per kelompok yang dipilih secara acak pada minggu ke-0 (sebelum perlakuan), dan setelah perlakuan pada minggu ke-1, -2, -3 dan -4 selama masa percobaan. Sebelum dipotong, tiap ayam ditimbang untuk mengetahui bobot badan ayam.

Pemeriksaan akumulasi Cd

Sampel hati ditimbang, dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam, setelah itu ditimbang kembali dan dihitung kadar airnya. Sampel hati kering dilarutkan dalam 10 ml campuran asam sulfat dan asam nitrat pekat (1:4), dibiarkan semalam, kemudian didestruksi pada suhu sekitar 110°C selama kurang lebih 4 jam sampai didapat larutan yang kental hampir kering. Setelah itu, ditambahkan HNO₃ 10%, disaring dan diencerkan ke dalam 25 ml labu dengan aquabides. Larutan siap untuk diukur kadar Cd dengan alat

Spektrofotometer Serapan Atom, Varian 1275, pada panjang gelombang 228,8 nm. Data dinyatakan dalam mg/kg (ppm) berat kering (AOAC, 1984).

Analisis statistik

Data dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) satu arah, dan untuk membedakan antara perlakuan dilihat dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%, yang mengikuti prosedur STEEL dan TORRIE (1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pemberian Cd dalam pakan terhadap kandungannya dalam organ hati

Pengaruh pemberian Cd 5 ppm dalam pakan selama 4 minggu pada perlakuan kelompok II meningkatkan kandungan Cd dalam organ hati ayam pedaging (Tabel 1 dan Tabel 2). Kadar Cd rata-rata pada hati ayam kelompok II adalah 3,6812 ppm, sedangkan kadar Cd pada hati ayam kelompok kontrol rata-rata 0,8692 ppm. Hasil uji statistik kadar Cd hati ayam dari perlakuan penambahan Cd pada pakannya, dibandingkan dengan kadar Cd pada hati ayam di mana pakannya tidak ditambahkan Cd (kelompok kontrol) menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Kenyataan ini dapat terjadi karena sifat logam berat Cd yang terakumulasi dalam jaringan dan yang terbanyak dalam organ hati dan ginjal. Konsentrasi Cd yang terakumulasi dalam jaringan berhubungan dengan dosis yang masuk dan waktu. Apabila kadar Cd yang masuk ke dalam tubuh ternak cukup tinggi dan secara terus-menerus, maka residu dalam organ hati akan terdeteksi cukup tinggi pula (UNDERWOOD, 1977). Hal serupa dapat terlihat pada kandungan Cd dalam hati ayam percobaan kelompok II (Tabel 1 dan 2), pada saat dimulainya percobaan (0 minggu) kadar Cd rata-rata 1,040 ppm, setelah 4 minggu perlakuan, kadar Cd meningkat menjadi rata-rata 5,762 ppm. Cd yang masuk ke dalam tubuh sukar untuk diekskresikan ke luar tubuh, kurang lebih sebanyak 50% dari total Cd yang masuk terakumulasi pada organ hati dan ginjal. Cd dalam jaringan hati dan ginjal terakumulasi dalam ikatan dengan metallothionin, yaitu sejenis protein yang banyak mengandung gugus sistein, yang dalam hal ini Cd berikatan pada gugus sulfidril dalam sistein melalui ikatan tiol (-SH) yang dimilikinya. Metallothionin ini banyak ditemukan pada hati dan ginjal, hal tersebut di antaranya yang menjadi penyebab Cd banyak terakumulasi pada organ hati dan ginjal (MIYAHARA *et al.*, 1983). Peneliti yang lain melaporkan bahwa waktu paruh Cd dalam jaringan cukup tinggi, yaitu 5-10 tahun dalam hati dan 16-33 tahun dalam ginjal (FOX, 1982).

Tabel 1. Kadar Cd (ppm) dalam organ hati ayam pedaging yang diberi perlakuan penambahan Cd dan Zn pada pakan selama 4 minggu ($x \pm s_{dv}$)

Minggu ke-	Kadar rata-rata pada kelompok perlakuan (ppm)			
	I (Kontrol)	II (5Cd)	III (5Cd+10Zn)	IV (5Cd+15Zn)
0	1,040±0,39	1,040±0,39	1,040±0,39	1,040±0,39
1	0,962±0,45	3,198±0,80	3,108±0,28	2,542±0,19
2	0,690±0,63	4,104±1,78	3,800±1,46	2,862±0,67
3	0,700±0,30	4,302±1,66	3,966±1,19	2,990±1,13
4	0,944±0,44	5,762±0,86	4,336±0,93	3,106±0,77
Rata-rata	0,8672 ^c	3,6812 ^a	3,2500 ^a	2,5080 ^b

Keterangan :

- Huruf superskrip yang sama menyatakan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$),
- Huruf superskrip berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)
- Kadar Cd dihitung dalam bobot kering

Tabel 2. Kadar Cd dalam organ hati ayam pedaging yang diberi perlakuan Cd dan Ca dalam pakan selama 4 minggu ($x \pm s_{dv}$)

Minggu ke-	Kadar rata-rata pada kelompok perlakuan (ppm)			
	I (Kontrol)	II (5Cd)	V (5Cd+10Ca)	VI (5Cd+15Ca)
0	1,040±0,39	1,040±0,39	1,040±0,39	1,040±0,39
1	0,962±0,45	3,198±0,80	3,168±0,75	2,000±0,68
2	0,690±0,63	4,104±1,78	3,484±1,55	2,480±0,15
3	0,700±0,30	4,302±1,66	2,280±1,27	2,282±0,10
4	0,944±0,44	5,762±0,86	1,732±0,65	2,118±0,31
Rata-rata	0,8672 ^d	3,6812 ^a	2,4512 ^b	1,8876 ^c

Keterangan :

- Huruf superskrip yang sama menyatakan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)
- Huruf superskrip berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)
- Kadar Cd dihitung bobot kering

Pengaruh pemberian Zn pada pakan terhadap kandungan Cd dalam organ hati

Penambahan Zn sebagai $ZnCl_2$ dalam pakan yang mengandung Cd (kelompok III dan IV) menyebabkan konsentrasi Cd yang terakumulasi dalam organ hati menjadi lebih rendah dibandingkan dengan kadar Cd pada hati ayam yang diberi pakan mengandung Cd tanpa penambahan Zn (kelompok II). Namun hasil uji statistik menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) untuk penggunaan Zn 10 ppm. Pemberian Zn yang lebih tinggi, yaitu 15 ppm pada pakan ternyata

menurunkan kadar Cd dalam hati secara nyata ($P < 0,05$). Hasil analisis kandungan Cd pada organ hati dari perlakuan pakan dengan Cd dan Zn dapat dilihat pada Tabel 1.

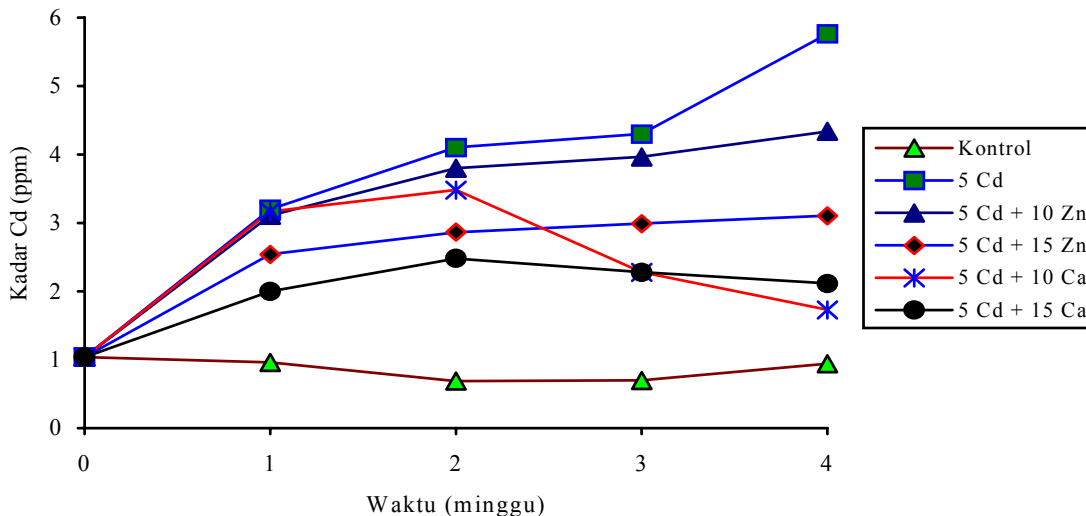
Zn sebagai logam esensial dalam tubuh ternyata dapat mempengaruhi keberadaan Cd dalam tubuh. Dilaporkan sebelumnya bahwa Zn dapat mencegah dan mengurangi keracunan yang disebabkan oleh Cd (UEDA *et al.*, 1987; TANAKA *et al.*, 1995). Hal ini kemungkinan dapat terjadi karena Zn menghambat absorpsi Cd sehingga terjadi penurunan konsentrasi Cd yang terakumulasi. Zn dan Cd mempunyai kesamaan dalam sifat fisik dan kimia, secara biologik akan bersifat antagonis antara satu dan lainnya. Keduanya merupakan mineral bervalensi dua, oleh karenanya kedua unsur tersebut dapat bersaing dalam menempati sisi aktif dari protein, dalam hal ini metallothionin, sehingga penambahan Zn ke dalam tubuh ternak akan mengurangi ikatan Cd dengan metallothionin dalam organ hati (HILL dan MATRONE, 1970).

Pengaruh penambahan Ca pada pakan terhadap kandungan Cd dalam organ hati

Penambahan mineral Ca sebagai $CaCl_2$ pada pakan ternyata juga dapat menurunkan konsentrasi Cd yang terakumulasi di dalam organ hati. Kadar Cd yang terdeteksi dalam hati ayam pedaging setelah penambahan Ca pada pakan dapat dilihat pada Tabel 2. Konsentrasi Ca, 10 dan 15 ppm yang ditambahkan ke dalam pakan ayam pedaging yang mengandung Cd 5 ppm dapat menurunkan kadar Cd yang terakumulasi

dalam organ hati. Hasil pengamatan kadar Cd dalam hati ayam yang pakannya ditambahkan Cd 5 ppm selama 4 minggu rata-rata 3,6812 ppm, sedangkan kadar Cd pada hati ayam yang pakannya diberi Cd 5 ppm dan Ca 10 ppm menjadi lebih rendah, yaitu rata-rata 2,4512 ppm. Penambahan Ca 15 ppm pada pakan yang mengandung Cd 5 ppm ternyata lebih menurunkan kadar Cd yang terakumulasi dalam hati, yaitu rata-rata 1,8876 ppm. Hasil pengujian secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) dari kadar Cd dalam hati ayam pedaging pada kelompok II, V, dan VI. Pengaruh penambahan Zn dan Ca pada pakan ayam pedaging terhadap penurunan kandungan Cd dalam organ hati lebih jelas terlihat pada Gambar 1.

Seperti halnya Zn, mineral Ca dan Cd juga mempunyai kemampuan untuk saling menggantikan. Cd dapat menggantikan peran mineral Ca karena mempunyai sifat dan bentuk ikatan yang hampir sama. Selain itu, peran Ca dapat pula mengendurkan ikatan yang dipunyai oleh Cd (HILL dan MATRONE, 1970). Di dalam tulang, Cd tertimbun dalam jaringan osteosit yang berpengaruh terhadap proses kalsifikasi, dekalsifikasi dan pembentukan tulang. Cd juga menaikkan kerja enzim serum alkalin fosfatase sehingga kekuatan dan kepadatan tulang akan menurun. Hasil penelitian pada ternak babi menunjukkan adanya interaksi antara mineral Ca dan Cd. Jika pakan babi yang diberikan kekurangan Ca, maka terjadi akumulasi Cd yang tinggi pada organ hati (SCHENKEL dan KREHL, 1981).



Gambar 1. Kadar Cd dalam organ hati ayam yang diberi perlakuan penambahan Cd, Zn dan Ca pada pakan selama 4 minggu
Pengaruh Cd, Zn dan Ca pada pakan terhadap bobot badan ayam Cd dalam pakan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ayam pedaging. Hal ini terlihat dari perbedaan bobot badan ayam kelompok kontrol (I) dan

perlakuan Cd (II). Bobot ayam pedaging umur 5 minggu yang diberi pakan mengandung Cd adalah 1.586 gram, yang ternyata lebih rendah daripada bobot ayam pedaging yang diberi pakan komersial pada kelompok I (Tabel 3), yaitu 1.761 gram. Pengaruh perlakuan Cd, Zn atau Ca terhadap pertambahan bobot badan ayam pedaging disajikan pada Tabel 3. Pengujian statistik antara kelompok I dan kelompok II menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$), yang berarti bahwa adanya Cd dalam pakan menyebabkan pertumbuhan ayam terhambat.

Penambahan Zn pada pakan yang mengandung Cd ternyata tidak menyebabkan penurunan bobot badan ayam pedaging. Hasil uji statistik antara bobot ayam kontrol (kelompok I) dan bobot ayam setelah pemberian Zn (kelompok III dan IV) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Pada perlakuan dengan pemberian 10 ppm Zn (kelompok III) masih memberikan nilai yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan bobot ayam kelompok yang terkena pengaruh racun Cd, yaitu kelompok II ($P > 0,05$), sedangkan penambahan 15 ppm Zn (kelompok IV) pada pakan baru memberikan perbedaan

yang nyata ($P < 0,05$). Keadaan ini menunjukkan bahwa pemberian Zn 10 ppm pada pakan yang mengandung Cd sudah memperlihatkan perbaikan bobot badan walaupun tidak berbeda nyata. Pemberian yang lebih tinggi, yaitu 15 ppm Zn, lebih meningkatkan bobot badan, diduga dapat lebih efektif dalam menghilangkan pengaruh negatif dari Cd. Penambahan Ca pada pakan ayam pedaging yang mengandung Cd ternyata memberikan pengaruh yang serupa seperti penambahan Zn. Pada penambahan Ca 10 ppm sudah dapat menghilangkan pengaruh negatif Cd dan penambahan Ca 15 ppm dapat memberikan pertumbuhan ayam yang lebih baik dibandingkan dengan pertumbuhan ayam pada kelompok kontrol, yaitu pertumbuhan pada pemberian pakan normal. Bobot ayam umur 5 minggu pada kelompok ayam dengan penambahan Ca 15 ppm dalam pakannya dapat mencapai rata-rata 1.820 gram, sedangkan bobot ayam pada kelompok kontrol rata-rata 1.761 gram. Pada percobaan kelompok ayam yang diberi Ca 15 ppm dalam pakan ayam yang mengandung Cd dapat mengurangi efek negatif Cd, dan memperlihatkan sifat menaikkan pertumbuhan bobot badan.

Tabel 3. Pertumbuhan bobot ayam pedaging dengan perlakuan penambahan Cd, Zn dan Ca pada pakannya

Umur ayam (minggu)	Rata-rata bobot ayam (gram±sdv) pada kelompok perlakuan					
	I (Kontrol)	II (+5Cd)	III (5Cd+10Zn)	IV (5Cd+15Zn)	V (5Cd+10Ca)	VI (5Cd+15Ca)
1	345±23	360±49	360±65	380±33	395±27	375±25
2	660±38	635±109	670±67	685±38	710±70	700±77
3	1.090±63	945±114	1.045±121	1.035±58	1.085±96	1.065±106
4	1.340±137	1.215±111	1.305±134	1.330±55	1.310±166	1.400±171
5	1.761±88	1.586±158	1.629±198	1.745±111	1.755±236	1.820±207
Rata-rata	1.039 ^{ab}	948 ^c	1.001 ^{bc}	1.036 ^{ab}	1.061 ^{ab}	1.072 ^a

Keterangan :

Huruf superskrip yang sama menyatakan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)
Huruf superskrip berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengamatan pertumbuhan ayam yang diberi pakan mengandung Cd menyebabkan terjadinya akumulasi Cd yang tinggi di dalam organ hati dan pertumbuhannya terhambat. Pemberian Zn atau Ca dalam pakan yang mengandung Cd dapat mengurangi terjadinya akumulasi Cd dalam organ hati. Konsentrasi Zn 15 ppm atau Ca 10 ppm dan 15 ppm yang ditambahkan ke dalam pakan dapat menurunkan akumulasi Cd dalam organ hati secara nyata ($P < 0,05$). Disamping itu memberikan mineral Zn dan Ca dalam pakan yang mengandung Cd dapat menekan efek toksik Cd terhadap pertumbuhan ayam. Dengan demikian dari percobaan ini dapat disarankan bahwa untuk mengurangi residu logam berat Cd pada produk ternak,

dapat dilakukan dengan penambahan mineral Zn atau Ca dalam pakan pada konsentrasi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. *Official Method of Analysis*. 14th edition. Virginia, USA. p. 454.

COLEMAN, M. E., S. E. ROBERT, and P. BASU. 1992. Trace metals in edible tissue of livestock and poultry. *J. AOAC International* 74(4):615-625.

DARMONO, S. RACHMAWATI, S. BACHRI, A. SAFUAN, dan Z. ARIFIN. 1996. Toksisitas cadmium terhadap pertumbuhan ayam broiler dan pengaruhnya terhadap pemberian seng. Pros. Temu Ilmiah Nasional Bidang

- Veteriner. Balai Penelitian Veteriner. Bogor. hal. 269-272.
- DUDLEY, R. E., D. J. SVOBODA, and C. D. KLASSEN. 1982. Acute exposure to cadmium causes severe liver injury in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 65:302-312.
- FOX, M.R.S. 1982. *Biochemical and Nutritional Aspect of Trace Elements*. Alan R. Liss Inc. New York. p. 1726.
- GOERING, P. L. and C. D. KLASSEN. 1984. Zinc induced tolerance to cadmium hepatotoxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 74:299-307.
- HILL, C. H. and G. MATRONE. 1970. Chemicals parameter in the study of in vivo and in vitro interaction of transition element. *Fed Proc.* 29:1474-1481.
- MERALI, Z. and R. L. SINGHAL. 1978. Long term effect on orally administration cadmium on neonatal rats. Proc. of the First Int. Congress on Toxicology. Academic Press. New York. p. 483-485.
- MIYAHARA, T., Y. OHE, E. TAKAINE, and H. KOZUKA. 1983. Interaction between cadmium and zinc, copper or lead in relation to the collagen and mineral content of embryonic chick bone in tissues culture. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 67:41-48.
- RACHMAWATI, S., INDRANINGSIH, dan DARMONO. 1996. Derajat Kontaminasi Kadmium Dalam Pakan Ayam Ras. Pros. Temu Ilmiah Nasional Bidang Veteriner. Balai Penelitian Veteriner. Bogor. p. 257-261.
- RACHMAWATI, S. 1998. Kandungan logam berat kadmium dalam hati ayam pedaging. Simposium Pertama Kimia dan Toksikologi Lingkungan. Laboratorium Analisa Kimia dan Fisika Pusat, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- SALISBURY, D. C. CRAIG, and W. CHAN. 1991. Multi element concentration in liver and kidney tissues from five species of canadian. *J. Assoc. Anal. Chem.* 74(4):587-591.
- SCHENKEL, H. and B. KREHL. 1981. Influence of dietary Ca on Cd metabolism in pigs. Proc. of 4th Int. Symp. on Trace Element Metabolism in Man and Animals. Australian Academy of Science Canberra. p. 588-589.
- STEEL, R.G.D and J.H. TORRIE. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd edition. McGraw Hill. Kogakusha Limited. Tokyo.
- SULLIVAN, T. W., J. H. DOUGLAS, and N. J. GONZALES. 1994. Levels of various element of concern in feed phosphates of domestic and foreign origin. *Poult. Sci.* 73:520-528.
- TANAKA, M., M. YANAGI, K. SHIROTO, Y. UNE, Y. NOMURA, T. MASAOKA, and F. AKAHORI. 1995. Effect of cadmium in the zinc deficient rat. *Vet. Hum. Toxicol.* 37(3):203-208.
- UEDA, F., H. SEKI, H. FUHWARA, K. EBARA, S. MINOMIYA, and Y. SHIMAKI. 1987. Interacting effect of zinc and cadmium on the cadmium distribution in the mouse. *Vet. Hum. Toxicol.* 29(5):367-372.
- UNDERWOOD, E. J. 1977. *Trace Element in Human and Animal Nutrition*. 4th edition. Academic Press. New York.

