

KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA HATI DAN USUS SAPI YANG DIPELIHARA DI TPA JATIBARANG SEMARANG SETELAH DIREBUS DENGAN DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon stamineus* Benth)

B. Dwiloka¹⁾, D.L.M.R. Rasana'e¹⁾ dan E. Rianto²⁾

¹⁾ Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro

²⁾ Laboratorium Ilmu Ternak Potong dan Kerja, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro

ABSTRAK

KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA HATI DAN USUS SAPI YANG DIPELIHARA DI TPA JATIBARANG SEMARANG SETELAH DIREBUS DENGAN DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon stamineus* Benth). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2003 – Februari 2004. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat pada hati dan usus sapi serta mengetahui pengaruh perebusan dengan penambahan daun kumis kucing selama 60 menit terhadap kandungan logam berat pada hati dan usus sapi. Materi yang digunakan adalah hati dan usus sapi jantan berumur 2 tahun yang berasal dari pemeliharaan di TPA Jatibarang Semarang selama minimal 1 tahun, daun kumis kucing, dan akuades. Pengujian logam berat dilakukan dengan NAA dan AAS. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hati dan usus sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang mengandung Hg, Pb, Cd, Cr, Co, Zn, dan Fe. Rata-rata kandungan logam berat pada hati segar (dalam ppm berat kering) adalah 0,069 dan 0,036 Hg; 0,050 dan 0,069 Pb; 1,472 dan 1,283 Cd; 0,725 dan 0,732 Cr; 0,181 dan 0,172 Co; 18,236 dan 16,264 Zn; serta 96,615 dan 79,198 Fe. Kandungan Hg, Pb, Cd, dan Cr pada hati segar berada diatas ambang batas, baik menurut standar di Indonesia maupun WHO. Rata-rata kandungan logam berat pada usus segar (dalam ppm berat kering) adalah 0,032 dan 0,046 Hg; 0,944 dan 0,092 Pb; 2,207 dan 1,290 Cd; 0,460 dan 0,429 Cr; 0,139 dan 0,118 Co; 18,348 dan 26,875 Zn; serta 46,368 dan 39,014 Fe. Kandungan Hg, Pb, dan Cd pada usus segar juga berada diatas ambang batas. Perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat namun secara umum masih berada diatas ambang batas. Penambahan daun kumis kucing dengan konsentrasi 5 dan 10% saat perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat sampai dibawah ambang batas, kecuali logam Pb pada hati sapi 2. Semakin besar konsentrasi daun kumis kucing yang ditambahkan saat perebusan, semakin besar pula persentase penurunan logam beratnya kecuali Cr dan Co pada usus sapi.

Kata kunci: logam berat, hati, usus, sapi, daun kumis kucing

ABSTRACT

HEAVY METALS CONTENT IN LIVER AND COLON OF COWS RAISED AT TPA JATIBARANG - SEMARANG COOKED WITH *Orthosiphon stamineus* Benth (KUMIS KUCING) LEAVES. This experiment was conducted in October 2003 to February 2004. The aim of this experiment is to determine the heavy metals content in liver colon of cows and to observe the influence of cooking these cow organs with kumis kucing leaves, for 60 minutes, on the heavy metals content. Materials used in this experiment were liver and colon of two -years old male cows raised at TPA Jatibarang - Semarang minimal for one year, kumis kucing leaves, and distilled water. The heavy metals content were determine by NAA and AAS. Data obtained was analysis descriptively and was compared to the maximal standard. Results showed that the liver and colon of cows used in this experiment contained Hg, Pb, Cd, Cr, Co, Zn, and Fe. The mean content of these heavy metals expressed in ppm/ any weight in fresh liver are, Hg: 0,069 and 0,036; Pb: 0,050 and 0,069; Cd: 1,472 and 1,283; Cr: 0,725 and 0,732; Co: 0,181 and 0,172; Zn: 18,236 and 16,264; Fe: 96,615 and 79,198. The content of Hg, Pb, Cd and Cr in fresh liver are all above the tolerance rate by the Indonesian and WHO standard. The mean of fresh colon (ppm/dry weight) are Hg: 0,032 and 0,046; Pb: 0,944 and 0,094; Ca: 2,207 and 1,290; Cr: 0,460 and 0,429; Co: 0,139 and 0,118; Zn: 18,348 and 26,875; and Fe: 46,368 and 39,014. The content of all the heavy metals in fresh colon as in fresh liver are all above the tolerance rate. Cooking these organs could decrease the heavy metals in the organs but not low enough to be beneath the tolerance rate. Addition of kumis kucing leaves could decrease the heavy metals in cow organs up to 5 and 10% by coking and could reach levels below the tolerance rate except for Pb in live of cow numbers. Higher addition of kumis kucing leaves could further decrease the heavy metals of the cow organs except Cr and Co in cow colon.

Keywords : heavy metals, liver, colon, cow, kumis kucing leaves

PENDAHULUAN

Salah satu kendala besar bagi usaha peternakan sapi di daerah perkotaan adalah sangat terbatasnya lahan penggembalaan. Dalam upaya mengatasi hal ini, para peternak di perkotaan antara lain menggembalakan sapi di tempat pembuangan sampah. Sampah di TPA selain mengandung bahan-bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh ternak sebagai pakan,

juga mengandung bahan-bahan anorganik yang potensial bersifat sebagai racun.

Di TPA terkumpul berbagai jenis limbah, termasuk limbah padat yang mengandung logam berat dan bahan-bahan beracun lainnya. Jika bahan-bahan tersebut dikonsumsi oleh ternak, sangat mungkin terjadi akumulasi di dalam jaringan tubuh. Sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang telah terbukti mengandung logam berat pada non-karkasnya (Poswandari,

2003). Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengkaji kualitas yang dihasilkan oleh sapi tersebut. Salah satu langkah yang mungkin dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat adalah dengan perebusan. Namun demikian, perebusan hanya dapat mengurangi sedikit logam berat yang terkandung pada bahan pangan, maka diperlukan ditambahkan bahan lain yang dapat menurunkan kandungan logam berat. Salah satu bahan yang diharapkan dapat menurunkan kandungan logam berat dalam perebusan adalah daun kumis kucing.

Daun kumis kucing digunakan sebagai bahan untuk mengurangi kandungan logam berat, karena secara tradisional daun tersebut digunakan sebagai peluruh air seni atau obat penyakit batu ginjal. Hal ini diasumsikan bahwa daun kumis kucing yang dapat meluruhkan batu ginjal yang mengandung logam, diharapkan juga dapat menurunkan kandungan logam yang ada pada bahan pangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat pada organ dalam (khususnya hati dan usus) sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang serta mengetahui pengaruh perebusan dengan penambahan daun kumis kucing selama 60 menit terhadap kandungan logam berat pada organ dalam sapi. Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai informasi dalam metode pemeliharaan ternak terkait dengan keamanan pangan dan metode penurunan kandungan logam berat.

BAHAN DAN PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2003 - Februari 2004. Pemeliharaan intensif dilaksanakan selama 3 bulan di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang. Penyembelihan dilaksanakan pada tanggal 18 Januari 2004 di Rumah Pematangan Hewan (RPH) Penggaron Semarang. Persiapan sampel dilaksanakan pada tanggal 19 Januari 2004 di Laboratorium Ilmu Ternak Potong dan Kerja dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian logam berat dilaksanakan pada bulan Februari 2004 di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) Serpong Jakarta serta Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR) BATAN Pasar Jumat Jakarta.

2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah hati dan usus (bagian jejunum) dari 2 ekor sapi jantan yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang dan telah dipelihara secara intensif

selama 3 bulan; daun kumis kucing; dan akuades untuk merebus sampel.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi 2, yaitu peralatan untuk persiapan sampel dan peralatan untuk pengujian logam berat. Peralatan yang digunakan untuk persiapan sampel dibagi menjadi 3, yaitu: 1) Peralatan untuk destruksi sampel adalah timbangan elektrik, papan potong, pisau *stainless steel*; 2) Peralatan untuk perebusan sampel adalah kompor gas, gelas Beaker, kawat kasa, oven, cawan petri; dan 3) Peralatan untuk penyimpanan sampel adalah plastik obat, plastik tebal, kertas label, alumunium foil, *sealer*, *freezer*, termos es. Peralatan yang digunakan untuk pengujian logam berat adalah NAA (*Neutron Activation Analysis*) dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Peralatan yang digunakan untuk analisis logam berat dengan NAA adalah kantong polietilen, kontainer polietilen, perangkat fasilitas Reaktor Serbaguna GA Siwabessy dengan fluks neutron termal 10^{13} n.cm⁻².detik⁻¹ dan perangkat spektrometer gamma. AAS yang digunakan adalah Shimadzu Atomic Absorption Spectrophotometer model AA-646 dan lampu katoda.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian studi kasus (*case study*) dengan analisis data secara deskriptif, yaitu menjelaskan makna yang dihasilkan oleh suatu penelitian. Hasil yang diperoleh setelah perebusan selama 60 menit dibandingkan dengan hasil pada sampel segar untuk mengetahui pengaruh penambahan daun kumis kucing saat perebusan terhadap kandungan logam berat pada organ dalam sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang. Data yang diperoleh pada penelitian ini juga dibandingkan dengan standar maksimal kandungan logam berat pada makanan yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia maupun standar internasional dari *World Health Organization*. Jika hasil yang diperoleh berada di bawah ambang batas, berarti masih aman untuk dikonsumsi.

4. Prosedur Penelitian

4.1 Pengamatan di TPA Jatibarang Semarang

Pengamatan di TPA terdiri dari 2 bagian, yaitu: 1) Mengamati keadaan umum TPA Jatibarang Semarang yang meliputi lokasi, jenis sampah, dan volume sampah; dan 2) Mengamati sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang yang meliputi jumlah sapi dan pemeliharaan sapi.

4.2 Pemeliharaan sapi di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro

Sapi yang dipelihara di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang ini adalah 2 ekor sapi jantan berumur \pm 2 tahun dan telah dipelihara di TPA Jatibarang Semarang selama paling tidak 1 tahun agar terbiasa dengan pola makannya, yaitu mengkonsumsi sampah. Sapi dipelihara secara intensif selama 3 bulan dengan pakan konvensional yaitu hijauan dan konsentrat secara *ad libitum* untuk mengeliminasi kandungan logam berat dalam tubuh.

4.3 Penyembelihan

Penyembelihan dilaksanakan di RPH Penggaron Semarang. Sehari sebelum penyembelihan, sapi dibawa ke RPH dan dipuasakan. Penyembelihan dilakukan pada bagian leher dengan memotong arteri karotis, vena jugularis, dan esofagus. Sampel hati dan usus diambil setelah penyembelihan.

4.4 Persiapan sampel

Sampel hati dan usus diambil sebanyak 8 bagian pada tiap sapi, masing-masing sebesar 100 g. Delapan bagian tersebut digunakan untuk sampel segar dan sampel dengan perlakuan; 2 bagian untuk sampel segar dan 6 bagian untuk sampel dengan perlakuan. Sampel direbus dalam 500 ml akuades bersama dengan daun kumis kucing. Perebusan dilakukan pada suhu 100 °C selama 60 menit di dalam gelas Beaker dengan media pemanas berupa kompor gas dengan api besar. Perebusan dilakukan pada setiap 100 g sampel. Perlakuan 1 adalah merebus sampel tanpa penambahan daun kumis kucing (0%); perlakuan 2 adalah merebus sampel dengan penambahan 5% (W/V) daun kumis kucing; dan perlakuan 3 adalah merebus sampel dengan penambahan 10% (W/V) daun kumis kucing.

Sampel setelah perebusan ditempatkan pada cawan petri kemudian dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 60 °C selama 3 hari (72 jam). Sampel kering diambil sebesar 3 g, dibungkus dengan plastik obat yang telah ditempel kertas label yang diberi kode, dibungkus dengan plastik tebal yang ditutup dengan "sealer", dibungkus aluminium foil, dan disimpan di dalam freezer. Sebelum plastik ditutup, udara dalam plastik dibuang terlebih dahulu supaya sampel tetap dalam kondisi kering. Pada sampel segar langsung dilakukan pengeringan dengan oven.

4.5 Pengujian logam berat

4.5.1 Pengujian dengan metode NAA

Menurut Reilly (1980), NAA adalah peralatan yang paling sensitif untuk pengukuran logam berat pada sistem biologi. Keuntungan lain pada metode NAA adalah pengukuran multielemen pada sampel yang sangat kecil dan bersifat nondestruktif. Pengujian logam berat dengan metode NAA menggunakan sampel sebesar \pm 1 g. Proses persiapan dilaksanakan di P3TIR (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi) BATAN Pasar Jumat Jakarta. Sampel yang diuji dan standar acuan dari IAEA masing-masing ditimbang dan dimasukkan kedalam kantong polietilen. Selanjutnya kantong polietilen ditutup dengan menggunakan *sealer*, dibersihkan dengan etanol absolut (C₂H₅OH) 99%, dan dibungkus dengan aluminium foil.

Proses radiasi dilaksanakan di BATAN Serpong. Sampel yang sudah siap dimasukkan kedalam reaktor serbaguna dan ditata dengan rapi. Diantara sampel yang diuji disertakan pula standar acuan dari IAEA sebagai pembanding. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tomato leaves*.

Sampel diradiasi (ditembak dengan neutron) di dalam reaktor nuklir dengan menggunakan neutron termal dengan fluks 10¹³ n.cm⁻².detik⁻¹ selama \pm 15 menit. Sampel yang telah diradiasi dikeluarkan dari tabung reaktor dengan bantuan robot, kemudian distirahatkan selama beberapa waktu (\pm 7 hari) sehingga radiasi yang dikeluarkan oleh sampel berkurang dan sampel aman untuk diuji.

Proses pengujian dilaksanakan di P3TIR BATAN Pasar Jumat Jakarta. Pengujian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat pada sampel. Uji yang dilakukan meliputi uji terhadap data kualitatif (berupa grafik) dan data kuantitatif (berupa angka). Satu per satu sampel dimasukkan kedalam spektrometer gamma. Grafik yang muncul pada layar monitor adalah hasil kualitatif. Komputer kemudian menghitung kandungan setiap logam berat yang ada pada sampel (dalam ppm). Kandungan setiap logam berat pada sampel dihitung secara teliti dan tepat dengan keakuratan antara 80-95%.

4.5.2 Pengujian dengan metode AAS

Metode AAS dalam penelitian ini digunakan untuk mendeteksi adanya timbal (Pb) pada sampel hati dan usus, karena timbal tidak terdeteksi dengan metode NAA. Menurut Nur dan Adjuwana (1989), dewasa ini alat AAS adalah terbaik dan paling sesuai dalam analisis unsur-unsur secara rutin

dimana waktu yang diperlukan cepat dan mudah, artinya relatif tidak memerlukan operator yang terampil. Dalam AAS, yang diukur adalah radiasi yang diserap oleh atom-atom yang tidak tereksitasi.

Bahan pangan yang diuji harus diabukan terlebih dahulu kemudian mineralnya diekstrak dengan asam (Apriyantono *et al.*, 1989). Suhu yang digunakan untuk pengabuan berkisar antara 430-600 °C (Egan *et al.*, 1981). Suhu untuk pengabuan pada pengujian timbal adalah 500 °C (Reilly, 1980). Pengekstrakan dengan asam bertujuan untuk mengubah logam pada sampel menjadi atom bebas (asam yang digunakan biasanya asam lemah). Atom bebas disinari dengan lampu katoda ("hollow cathode lamp"). Lampu katoda biasanya berbentuk silinder dengan diameter dan panjang 1 cm (Reilly, 1980). Lampu katoda yang digunakan disesuaikan dengan unsur yang akan dianalisis. Pada penelitian ini digunakan lampu katoda Pb dengan panjang gelombang 4057,8-2833,1 Å (Gilbert, 1984). Energi yang dilepaskan oleh lampu katoda diserap oleh logam-logam yang dianalisis. Energi ini mempunyai resonansi yang sama dengan logam tersebut sehingga dapat diserap. Makin banyak energi yang diserap oleh sampel menunjukkan bahwa mineral tersebut konsentrasinya makin banyak (Apriyantono *et al.*, 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kandungan Logam Berat pada Sampah di TPA Jatibarang Semarang

Sampah di TPA Jatibarang berasal dari seluruh wilayah kota Semarang dan terdiri atas berbagai elemen. Kandungan logam pada sampah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Sampah di TPA Jatibarang Semarang

Logam	Jumlah (ppm berat kering)
1. Merkuri (Hg)	0,220
2. Timbal (Pb)	18,207
3. Kadmium (Cd)	4,480
4. Kromium (Cr)	26,192
5. Kobalt (Co)	7,488
6. Seng (Zn)	14,018
7. Besi (Fe)	8776,210

2. Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi

Data rata-rata hasil analisis logam berat pada hati sapi dapat dilihat pada tabel 2.

Kandungan Hg pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,069 dan 0,036 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh Depkes RI, yaitu 0,03 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Hg pada hati sapi 1 dan 2 hingga mencapai 0,004 dan 0,018 ppm berat kering; sehingga telah termasuk aman. Hal ini terjadi karena sifat Hg yang mudah menguap (Palar, 1994). Perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Hg pada hati sapi hingga tidak terdeteksi lagi. Hg diduga termakan kemudian masuk ke tubuh sapi melalui saluran pencernaan dan terakumulasi di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) bahwa lebih dari 95% metil-merkuri yang masuk ke dalam tubuh akan diedarkan ke seluruh tubuh dan terakumulasi pada hati, ginjal, serta organ lain. Diperkirakan Hg yang termakan adalah dalam bentuk senyawa, karena menurut Sjamsudin (1995) Hg dalam bentuk unsur murni tidak beracun bila termakan sebab penyerapan dari saluran cerna sangat rendah dan unsur Hg murni tidak bereaksi dengan molekul penting secara biologis.

Kandungan Pb pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,050 dan 0,069 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI, yaitu 0,02 ppm. Perebusan dengan 0 dan 5% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Pb pada hati sapi, namun masih berada diatas batas maksimal. Kandungan Pb pada hati sapi 1 setelah perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing juga masih berada diatas batas maksimal, yaitu 0,022 ppm berat kering; namun kandungan Pb pada hati sapi 2 telah mengalami penurunan hingga mencapai 0,017 ppm berat kering sehingga dinyatakan aman untuk dikonsumsi karena telah berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI. Pb diduga masuk ke dalam tubuh dan terakumulasi di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) bahwa 5-10% Pb yang masuk melalui makanan akan terserap oleh tubuh dan 15% dari jumlah yang terserap itu akan mengendap di jaringan tubuh. Parakkasi (1995) menjelaskan lebih lanjut bahwa Pb yang terserap dalam saluran pencernaan terutama disimpan dalam hati dan ginjal, kemudian terakumulasi.

Kandungan Cd pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 1,472 dan 1,283 ppm berat kering. Standar kandungan maksimal Cd dalam makanan di Selandia Baru adalah 1 ppm, sedangkan standar WHO (1996) adalah 0,15 ppm. Dilihat dari kedua standar tersebut, kandungan Cd pada hati segar 1 dan 2 masih berada diatas batas

Tabel 2 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Hati Sapi

Sampel	Kandungan Logam (ppm berat kering)						
	Hg	Pb	Cd	Cr	Co	Zn	Fe
Hati Sapi 1							
Segar	0,069	0,050	1,472	0,725	0,181	18,236	96,615
Rebus + 0% KK	0,004	0,045	tt	0,222	0,156	16,350	83,596
Rebus + 5% KK	0,003	0,031	tt	0,206	0,091	14,449	70,308
Rebus + 10% KK	0,002	0,022	tt	tt	0,081	12,752	44,920
Hati Sapi 2							
Segar	0,036	0,069	1,283	0,732	0,172	16,264	79,198
Rebus + 0% KK	0,018	0,046	tt	0,276	0,146	13,931	53,139
Rebus + 5% KK	tt	0,027	tt	tt	0,121	13,179	41,924
Rebus + 10% KK	tt	0,017	tt	tt	0,081	12,196	25,072

Keterangan: tt = tidak terdeteksi, KK = daun kumis kucing

maksimal. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cd hingga tidak terdeteksi lagi, sehingga aman untuk dikonsumsi. Kandungan Cd pada hati sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan sapi lain secara umum. Menurut Parakkasi (1995), konsentrasi Cd secara umum pada hati adalah 0,27 ppm berat kering. Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Cd pada sampah, yaitu 4,480 ppm berat kering. Cd diduga terserap dan disimpan dalam hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa 50% dari jumlah Cd dalam tubuh ditemukan di hati dan ginjal.

Kandungan Cr pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,725 dan 0,732 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas yang ditetapkan di Amerika, yaitu 0,175-0,470 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cr, namun nilai tersebut masih berada diatas batas yang ditetapkan. Perebusan dengan penambahan 5% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Cr pada hati sapi 1 hingga mencapai 0,206 ppm berat kering; namun masih berada diatas batas yang ditetapkan; sedangkan kandungan Cr pada hati sapi 2 tidak terdeteksi lagi. Kandungan Cr pada hati sapi 1 turun hingga tidak terdeteksi setelah perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing. Cr diduga termakan dan terakumulasi pada hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Reilly (1980) bahwa setelah diserap, Cr dengan cepat didistribusikan ke berbagai organ, salah satunya hati.

Kandungan Co pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 0,181 dan 0,172 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan di Inggris, yaitu 1,94 ppm; sehingga aman dikonsumsi. Co dalam makanan digunakan untuk sintesis vitamin B₁₂. Hal ini

sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa 4% dari molekul vitamin B₁₂ adalah Co. Kandungan Co pada hati segar sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi kobalt secara umum yang terdapat di hati, yaitu ± 0,05 ppm. Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Co pada sampah, yaitu 7,488 ppm berat kering. Co yang masuk kedalam tubuh disimpan dalam hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Reilly (1980) bahwa 1/5 bagian dari total Co dalam tubuh terdapat di hati.

Kandungan Zn pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 18,236 dan 16,264 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada di bawah batas yang ditetapkan Depkes RI, yaitu 40 ppm dan standar yang ditetapkan oleh negara-negara Eropa, dan beberapa negara lainnya. Kandungan Zn pada hati segar sapi 1 dan 2 termasuk rendah jika dibandingkan dengan pendapat Doyle dan Spaulding dalam Parakkasi (1995) bahwa kadar Zn pada hati sapi adalah 100-200 ppm berat kering. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya konsumsi Zn yang cukup dari pakan yang diperoleh.

Kandungan Fe pada hati segar sapi 1 dan 2 adalah 96,615 dan 79,198 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas rata-rata kandungan Fe dalam makanan. Menurut Underwood dalam Parakkasi (1995), kadar besi dalam makanan umumnya sekitar 100 ppm. Kandungan Fe pada hati segar sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan kandungan Fe pada hati di Inggris, yaitu 6-14 ppm (Reilly, 1980). Hal ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Fe pada sampah, yaitu 8776,210 ppm berat kering. Fe yang masuk kedalam tubuh disimpan di hati untuk pembentukan sel darah. Hal ini sesuai dengan pendapat Young (1975) bahwa hati merupakan

tempat pembentukan dan destruksi sel darah merah. Besi pada hati disimpan dalam bentuk ferritin dan hemosiderin (Ahmed, 1999).

3. Kandungan Logam Berat pada Usus Sapi

Data rata-rata hasil analisis logam berat pada usus sapi dapat dilihat pada Tabel 3.

masih berada diatas batas maksimal, yaitu 0,032 ppm berat kering. Kandungan Pb pada usus sapi 2 setelah perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing turun hingga mencapai 0,018 ppm berat kering; sehingga aman untuk dikonsumsi karena telah berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI. Pb diduga

Tabel 3 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Usus Sapi

Sampel	Kandungan Logam (ppm berat kering)						
	Hg	Pb	Cd	Cr	Co	Zn	Fe
Usus Sapi 1							
Segar	0,032	0,944	2,207	0,460	0,139	18,348	46,368
Rebus + 0% KK	0,003	0,032	1,407	0,430	0,140	16,341	41,476
Rebus + 5% KK	0,002	0,018	tt	0,258	0,054	14,082	31,185
Rebus + 10% KK	tt	0,018	tt	tt	tt	10,342	21,081
Usus Sapi 2							
Segar	0,046	0,092	1,290	0,429	0,118	26,875	39,014
Rebus + 0% KK	0,004	0,046	0,780	0,546	0,060	15,701	28,031
Rebus + 5% KK	0,002	0,032	tt	0,436	tt	15,364	25,372
Rebus + 10% KK	0,003	0,018	tt	0,162	tt	7,255	13,485

Keterangan: tt = tidak terdeteksi, KK = daun kumis kucing

Kandungan Hg pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,032 dan 0,046 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh Depkes RI, yaitu 0,03 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Hg pada usus sapi 1 dan 2 hingga mencapai 0,003 dan 0,004 ppm berat kering; sehingga telah termasuk aman. Hal ini terjadi karena sifat Hg yang mudah menguap (Palar, 1994). Perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Hg pada usus sapi. Perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Hg pada usus sapi 1 hingga tidak terdeteksi lagi, sedangkan pada usus sapi 2 mencapai 0,003 ppm berat kering. Hg yang termakan diserap kedalam tubuh melalui saluran pencernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sjamsudin (1995) bahwa Hg diserap melalui usus sebesar 10% kemudian terikat pada mukosa usus dan isi usus.

Kandungan Pb pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,944 dan 0,092 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI, yaitu 0,02 ppm. Perebusan dengan 0% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Pb pada hati sapi, namun nilai tersebut masih berada diatas batas maksimal. Perebusan dengan penambahan 5% daun kumis kucing juga mampu menurunkan kandungan Pb pada hati sapi 1 hingga mencapai 0,018 ppm berat kering; sehingga telah aman untuk dikonsumsi; namun untuk usus sapi 2

masuk ke dalam tubuh dan terserap melalui saluran pencernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa Pb diserap sekitar 1-10% melalui dinding saluran pencernaan.

Kandungan Cd pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 2,207 dan 1,290 ppm berat kering. Standar kandungan maksimal Cd dalam makanan di Selandia Baru adalah 1 ppm, sedangkan standar WHO (1996) adalah 0,15 ppm. Dilihat dari kedua standar tersebut, kandungan Cd pada usus segar 1 dan 2 masih berada diatas batas maksimal. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cd pada usus sapi 1 hingga mencapai 1,407 ppm berat kering; namun masih berada diatas batas yang ditetapkan. Kandungan Cd pada usus sapi 2 setelah perebusan mengalami penurunan hingga mencapai 0,780 ppm berat kering; sehingga telah berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan di Selandia Baru. Perebusan dengan penambahan 5% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Cd hingga tidak terdeteksi lagi, sehingga aman untuk dikonsumsi. Kandungan Cd pada usus sapi 1 dan 2 termasuk tinggi jika dibandingkan dengan kandungan Cd yang biasanya terdapat dalam bahan makanan. Menurut Powell *et al.* dan Doyle *et al.* dalam Parakkasi (1995), konsentrasi Cd dalam makanan jarang melebihi 0,5 ppm berat kering. Tingginya kandungan Cd pada usus sapi ini mungkin disebabkan oleh tingginya kandungan Cd pada sampah, yaitu 4,480 ppm berat kering. Kadmium

masuk ke dalam tubuh hewan melalui saluran pencernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa penyerapan Cd lewat saluran pencernaan adalah sekitar 3-8% dari total Cd yang termakan.

Kandungan Cr pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,460 dan 0,429 ppm berat kering. Nilai tersebut berada dibawah batas yang ditetapkan di Amerika, yaitu 0,175-0,470 ppm. Perebusan yang dilakukan mampu menurunkan kandungan Cr pada usus sapi 1 hingga mencapai 0,430 ppm berat kering; namun pada usus sapi 2 justru mengalami kenaikan hingga mencapai 0,546 ppm berat kering; namun masih berada dibawah batas maksimal. Kenaikan ini diduga karena Cr yang terserap dalam bentuk ion Cr^{3+} . Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) bahwa ion Cr^{3+} yang masuk ke dalam tubuh bereaksi dengan protein dan membentuk suatu kompleks yang sangat stabil. Meski demikian, perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing tetap mampu menurunkan kandungan Cr pada usus sapi 2. Perebusan dengan penambahan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Cr pada usus sapi 1 hingga tidak terdeteksi lagi. Kromium diduga terserap dalam tubuh melalui usus, namun WHO (1996) menjelaskan bahwa mekanisme penyerapan kromium pada usus belum diidentifikasi secara jelas.

Kandungan Co pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 0,139 dan 0,118 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan di Inggris, yaitu 1,94 ppm; sehingga aman untuk dikonsumsi. Perebusan yang dilakukan meningkatkan kandungan Co pada usus sapi 1 hingga mencapai 0,140 ppm berat kering; namun masih berada dibawah batas maksimal. Kenaikan ini diduga karena setelah dijadikan sampel, kandungan air pada usus ikut menguap. Meski demikian, perebusan dengan penambahan 5 dan 10% daun kumis kucing mampu menurunkan kandungan Co pada usus sapi 1 hingga mencapai 0,054 ppm berat kering dan tidak terdeteksi lagi. Co dalam makanan digunakan untuk sintesis vitamin B_{12} . Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa 4% dari molekul vitamin B_{12} adalah kobalt.

Kandungan Zn pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 18,348 dan 26,875 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada di bawah batas yang ditetapkan Depkes RI, yaitu 40 ppm dan standar yang ditetapkan oleh negara-negara Eropa, dan beberapa negara lainnya. Zn diduga masuk kedalam tubuh dan diserap melalui usus. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa penyerapan Zn terjadi di usus halus. Dinyatakan

oleh WHO (1996) bahwa jejunum merupakan tempat terjadinya penyerapan secara maksimal.

Kandungan Fe pada usus segar sapi 1 dan 2 adalah 46,368 dan 39,014 ppm berat kering. Nilai tersebut masih berada dibawah batas rata-rata kandungan besi dalam makanan. Menurut Underwood dalam Parakkasi (1995), kadar Fe dalam makanan umumnya sekitar 100 ppm. Fe terserap melalui usus, ikut dalam aliran darah, dan disimpan di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1980) bahwa Fe diserap dari usus halus. Menurut Reilly (1980), penyerapan besi terutama terjadi di jejunum.

4. Perubahan Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi setelah Perebusan

Kandungan logam berat setelah perebusan dan penambahan daun kumis kucing mengalami perubahan. Namun perubahan yang terjadi tidak sama besarnya (persentasenya), meskipun dengan konsentrasi daun kumis kucing yang sama dan terjadi pada organ dan logam yang sama. Hal ini terjadi karena jumlah logam pada keadaan awal tidak sama, karakteristik masing-masing logam yang berbeda, dan kondisi organ yang berbeda. Perubahan kandungan logam berat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

Kandungan logam berat setelah perebusan mengalami penurunan. Penurunan kandungan logam berat setelah perebusan diduga karena suhu yang tinggi saat perebusan menyebabkan protein terdenaturasi (Girard, 1992). Sesuai dengan pendapat Darmono (1995) bahwa logam yang masuk kedalam tubuh berikatan dengan protein.

Pada beberapa sampel, perebusan tanpa penambahan daun kumis kucing telah mampu menurunkan kandungan logam berat hingga ke tingkatan aman. Namun pada logam timbal dan kadmium di usus sapi, perebusan belum mampu menurunkan kandungan logam hingga mencapai tingkatan aman. Penambahan daun kumis kucing saat perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat. Penurunan ini diduga karena daun kumis kucing mampu memberikan suasana asam sehingga logam terlarut. Daun kumis kucing memiliki nilai asam sebesar 31,54% dan mengandung turunan asam kafeik yang merupakan komponen penting dalam ekstrak air panas (de Padua *et al.*, 1999). Nilai pH selama pemanasan pada umum umumnya meningkat (Girard, 1992), jadi keadaan asam ini diduga karena pengaruh daun kumis kucing. Menurut Darmono (1995), jika terjadi penurunan pH, maka unsur kation dari logam akan menghilang karena proses pelarutan. Buckle *et al.* (1987) menyatakan bahwa protein sangat mudah rusak dalam suasana asam. Perubahan nilai pH

Tabel 4. Persentase Perubahan Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi setelah Perebusan dibandingkan dengan Keadaan Segar

Sampel	Persentase perubahan logam						
	Hg	Pb	Cd	Cr	Co	Zn	Fe
Hati Sapi 1							
0% KK	- 94,20	- 10,00	- 100	- 69,38	- 13,81	- 10,34	- 13,48
5% KK	- 95,65	- 38,00		- 71,59	- 49,72	- 20,77	- 27,23
10% KK	- 97,10	- 56,00		- 100	- 55,25	- 30,07	- 53,51
Hati Sapi 2							
0% KK	- 50,00	- 33,33	- 100	- 62,30	- 15,12	- 14,34	- 32,90
5% KK	- 100	- 60,87		- 100	- 29,65	- 18,97	- 47,06
10% KK		- 75,36			- 52,91	- 25,01	- 64,34
Usus Sapi 1							
0% KK	- 90,62	- 96,61	- 36,25	- 6,52	+ 0,72	- 10,94	- 10,55
5% KK	- 93,75	- 98,09	- 100	- 43,91	- 61,15	- 23,25	- 32,74
10% KK	- 100	- 98,09		- 100	- 100	- 43,63	- 54,54
Usus Sapi 2							
0% KK	- 91,30	- 50,00	- 39,53	+ 27,27	- 49,15	- 41,58	- 28,15
5% KK	- 95,65	- 65,22	- 100	+ 1,63	- 100	- 42,83	- 34,97
10% KK	- 93,48	- 80,43		- 62,24		- 73,00	- 65,44

Keterangan: tanda - mengalami penurunan
 tanda + mengalami kenaikan
 KK = daun kumis kucing

sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Rata-rata Penurunan Nilai pH pada Hati dan Usus Sapi setelah Perlakuan

Sampel	pH awal	pH akhir
Hati sapi 1		
Rebus + 0% KK	6,34	5,48
Rebus + 5% KK	6,82	5,60
Rebus + 10% KK	6,24	4,71
Hati sapi 2		
Rebus + 0% KK	6,30	5,90
Rebus + 5% KK	6,16	5,72
Rebus + 10% KK	5,56	5,68
Usus sapi 1		
Rebus + 0% KK	6,34	6,05
Rebus + 5% KK	6,21	6,02
Rebus + 10% KK	6,56	6,00
Usus sapi 2		
Rebus + 0% KK	6,64	6,03
Rebus + 5% KK	6,40	5,92
Rebus + 10% KK	6,21	5,91

Keterangan: KK = daun kumis kucing

Senyawa dalam daun kumis kucing yang diduga dapat mengikat logam berat adalah garam alkali. Unsur yang terdapat dalam garam alkali antara lain kalium dan natrium. Daun kumis kucing mengandung kalium sebesar 0,6-3,5% (Rukmana, 1995); sedangkan natrium merupakan kelator atau antagonis untuk logam berat (Correia dan Becker, 1995; Sjamsudin, 1995). Kandungan tanin pada daun kumis kucing diduga juga

berperan dalam penurunan kandungan logam berat. Menurut de Padua *et al.* (1999), tanin digunakan sebagai penawar pada keracunan logam berat. Beberapa logam yang terikat pada daun kumis kucing dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Rata-rata Kandungan Logam Berat pada Daun Kumis Kucing setelah Perlakuan

Logam	Jumlah (ppm berat kering)
1. Merkuri (Hg)	tt
2. Timbal (Pb)	0,183
3. Kadmium (Cd)	tt
4. Kromium (Cr)	1,215
5. Kobalt (Co)	tt
6. Seng (Zn)	4,435
7. Besi (Fe)	64,715

Keterangan: tt = tidak terdeteksi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hati dan usus sapi sampel yang telah dipelihara di TPA Jatibarang Semarang selama lebih dari 1 tahun mengandung logam merkuri, timbal, kadmium, kromium, kobalt, seng, dan besi. Kandungan merkuri, timbal, kadmium, dan kromium pada hati segar sapi berada di atas ambang batas; sedangkan kandungan kobalt, seng, dan besi masih berada pada tingkatan aman. Kandungan merkuri, timbal, dan kadmium pada usus segar sapi

berada diatas ambang batas; sedangkan kandungan kromium, kobalt, seng, dan besi masih berada pada tingkatan aman.

Perebusan dan penambahan daun kumis kucing saat perebusan mampu menurunkan kandungan logam berat pada hati dan usus sapi. Semakin besar konsentrasi daun kumis kucing yang ditambahkan saat perebusan, semakin tinggi pula persentase penurunan kandungan logam berat pada hati dan usus sapi kecuali logam kromium dan kobalt pada usus sapi.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa dalam daun kumis kucing yang memiliki kemampuan untuk menurunkan kandungan logam berat pada hati dan usus sapi, serta mekanisme kerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, F.E. 1999. *Trace metal contaminants in food*. Dalam: Moffat, C.S. dan K.J. Whittle (eds.). *Environmental Contaminants in Food*. London : Sheffield Academic Press. Hal. 192-194.
- Anggorodi, R. 1980. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Jakarta: Gramedia.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, S. Yasni, dan S. Budiyo. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press. (Diterjemahkan oleh H. Purnomo dan Adiono).
- Correia, M.A. dan C.E. Becker. 1995. *Kelator dan keracunan logam berat*. Dalam: Katzung, B.G. (ed.). *Farmakologi Dasar dan Klinik*. Edisi ke-6. Jakarta: Salemba Medika. (Diterjemahkan oleh Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga). Hal. 924-934.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- de Padua, L.S., N. Bunyapraphatsara, dan R.H.M.J. Lemmens. 1999. *Plant Resources of South East Asia: Medicinal and Poisonal Plants I*. Bogor: Prosea Foundation.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1998. "Surat Keputusan Menteri Kesehatan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam dalam Makanan". Kumpulan Peraturan Perundang-Undangan Bidang Makanan dan Minuman. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Egan, H; R.S. Kirk; dan R. Sawyer. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. 8th Ed. New York: Churchill Livingstone.
- Gilbert, J. 1984. *Analysis of Food Contaminants*. New York: Elsevier Applied Science Publishers Ltd.
- Girard, J.P. 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. London: Ellis Horwood Ltd.
- Nur, M.A. dan H. Adijuwana. 1989. *Bahan Pengajaran Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologi*. Bogor : PAU Ilmu Hayat IPB.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Parakkasi, A. 1995. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Poswandari, R. 2003. "Profil Kandungan Logam Berat pada Organ Dalam (Hati, Rumen, dan Usus) Sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang setelah Pemasakan". Skripsi. Semarang : Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Reilly, C. 1980. *Metal Contamination of Food*. London : Applied Science Publishers Ltd.
- Rukmana, R. 1995. *Kumis Kucing*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sjamsudin, U. 1995. *Logam Berat dan Antagonis*. Farmakologi dan Terapi. Edisi ke-4. Gaya Baru, Jakarta. Hal. 781-799.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6366. 2000. "Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Batas Maksimum Residu dalam Bahan Makanan Asal Hewan". Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- World Health Organization (WHO). 1996. *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. Geneva :WHO.
- Young, J.Z. 1975. *The Life of Mammals: Their Anatomy and Physiology*. 2nd Ed. London : Oxford University Press.

DISKUSI

LYDIA ANDINI

Limbah rumah tangga, berarti campuran sampah organik dan anorganik. Apakah sapi-sapi itu makan sampah-sampah itu ?. Sedangkan sapi biasanya bila makan hijauan kalau baunya sudah berubah tidak suka (makannya pilih-pilih). Mohon keterangan mengenai hal ini.

BAMBANG DWILOKA

Ya sampah yang dibuang ke TPA Jatibarang, Semarang, adalah sampah organik dan anorganik. Sebagai penelitian yang dipotong, pada lambungnya terdapat "gunungan" plastik, karena sudah mengeras. Berdasarkan survey dan wawancara dengan para pemilik (peternak) sapi-sapi yang mereka gembalakan memakan semua sampah yang ada di TPA. Di TPA tidak sumber pakan hijauan, seluruh sumber pakan di sampah.

HENDIG WINARNO

1. Bagaimana kandungan logam berat pada usus dan hati sapi yang dipelihara di luar TPA jatibarang ?.
2. Jika daun kumis kucing dapat menurunkan kandungan logam berat saat perebusan, maka apakah logam berat tersebut terserap daun KK atau terlepas dan larut dalam larutan dan rekomendasi apa yang Saudara berikan, KK dicampur pakan agar kandungan logam berat pada usus dan hati menurun, atau konsumen disarankan merebus usus dan hati dengan dicampur kumis kucing ?.
3. Saran : sebaiknya tidak digunakan istilah ttd, tetapi "dibawah limit deteksi" (dld) dengan menyebutkan juga berapa nilai limit deteksi.

BAMBANG DWILOKA

1. Penelitian profil kandungan logam berat pada sapi yang telah dipelihara di luar TPA Jatibarang Semarang, pada saat itu belum dilakukan. Saat ini (2006) penelitian itu sedang dilakukan.
2. Ada 2 fenomena, pertama logam berat yang ada dalam usus dan hati terikat oleh senyawa-senyawa yang ada daun kumis kucing. Yang kedua, terlarut dalam larutan (air) perebusan (kaldu) efek deoritik. Saat ini sedang dilakukan penelitian dengan perlakuan pemberian daun kumis kucing, baik untuk dicampur pada pakan dan dicampur pada saat perebusan. Hasilnya belum dapat dilaporkan.
3. Saran : setuju.

SUAIP RIZAL

Apakah akan mengurangi kadar logam berat pada hati sapi dan usus jika pakannya menggunakan jerami pada yang kering, hasil fermentasi.

BAMBANG DWILOKA

Pemeliharaan konvensional (pemberian pakan jerami dll.) sebagian belum mampu mengeliminasi kandungan logam berat pada daging maupun non daging.