

## **Gambaran Histopatologi dan Kadar Cadmium pada Hati dan Usus Halus Sapi Bali yang Dipotong di *Abbatoir* Tradisional**

*(HISTOPATHOLOGICAL CONFIGURATION AND CADMIUM LEVELS IN LIVER AND  
SMALL INTESTINE OF BALI CATTLE SLAUGHTERED IN TRADITIONAL  
SLAUGHTERHOUSES)*

**Yohana Cendyka Kartika Dewi Guru<sup>1</sup>,  
I Ketut Berata<sup>2</sup>, Ida Bagus Oka Winaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Pendidikan Sarjana Kedokteran Hewan,  
<sup>2</sup>Laboratorium Patologi Veteriner,  
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana.  
Jl. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia 80234,  
Telp/Fax: (0361) 223791;  
e-mail: yohanacendy@gmail.com

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat cadmium pada organ hati dan usus halus sapi bali yang dipotong di tempat pemotongan hewan tradisional serta mengetahui gambaran histopatologi hati dan usus halus yang mengandung cadmium. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah organ hati dan usus halus dari 10 ekor sapi bali yang dipotong di tempat pemotongan hewan tradisional. Masing-masing sampel dibagi atas dua bagian yaitu untuk dibuat preparat histopatologi dengan teknik pewarnaan *Hematoxylin-Eosin* dan untuk pemeriksaan kadar logam berat cadmium dengan teknik *Atomic Absorption Spectrofotometric* (AAS). Dari 10 sampel yang diperiksa, ditemukan 30% sampel hati dan 40% sampel usus halus mengandung cadmium, dengan rerata berturut-turut 1,46 ppm dan 15,7 ppm. Hasil pemeriksaan histopatologi hati ditemukan beberapa perubahan dari masing-masing sampel berupa degenerasi melemak, piknosis, karyorheksis, karyolisis, infiltrasi limfosit, dan proliferasi sel Kupffer. Pada sampel usus halus ditemukan beberapa perubahan dari masing-masing sampel berupa piknosis, karyorheksis, karyolisis, dan infiltrasi limfosit. Tidak ada perbedaan signifikan antara perubahan histopatologi jaringan yang positif dengan yang negatif cadmium. Frekuensi dan kadar paparan cadmium pada hati lebih rendah dari pada usus halus. Tidak ada perbedaan signifikan antara perubahan histopatologi jaringan positif mengandung kadmim dengan yang negatif.

Kata-kata kunci: cadmium; hati; usus halus; sapi bali; tempat pemotongan hewan tradisional

### **ABSTRACT**

This study aims to determine the levels of cadmium in the liver and small intestine of Bali cattle that are slaughtered at traditional slaughterhouses and to know the histology of the liver and small intestine containing cadmium. The sample used in this study is the liver and small intestine of 10 Bali cattle that are slaughtered at traditional slaughterhouses. Each sample was divided into two parts, namely to make histopathological preparations using Hematoxylin-Eosin staining technique and to examine the levels of cadmium heavy metals with Atomic Absorption Spectrophotometric (AAS) technique. Of the 10 samples examined, found 30% liver sample and 40% small intestine sample containing cadmium, with an average of 1.46 ppm and 15.7 ppm. Histopathological examination results found several changes from each sample in the form of fatty degeneration, pyknosis, karyorrhesis, karyolysis, lymphocyte infiltration, and Kupffer cell proliferation. In the small intestine sample found several changes from each sample in the form of pyknosis, karyorrhesis, karyolysis, and lymphocyte

infiltration. There was no significant difference between positive tissue histopathological changes and negative cadmium. The frequency and level of cadmium exposure in the liver are lower than in the small intestine. There was no significant difference between histopathologic changes in positive tissue containing cadmium and negative ones.

Keywords: cadmium; liver; small intestine; Bali cattle; traditional slaughter house

## PENDAHULUAN

Sapi bali (*Bos sondaicus*) merupakan sumber daya genetik asli Indonesia yang merupakan hasil domestikasi banteng (*Bos banteng*) yang terjadi pada 3.500 tahun SM (Madu *et al.*, 2015). Sapi bali memiliki keunggulan dalam beradaptasi dengan lingkungan yang memiliki ketersediaan pakan berkualitas rendah, bahkan digembalakan di tempat pembuangan sampah. Keadaan ini menyebabkan sapi bali dapat terpapar logam berat (Berata *et al.*, 2016).

Pencemaran logam berat pada pangan hewani termasuk daging sapi bali dapat terjadi pada proses pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi (Bahri, 2008). Cemar logam berat beracun selain timbal (Pb) adalah cadmium (Cd). Cadmium biasanya ditemukan sebagai mineral yang terikat dengan unsur lain seperti klorin yang biasa digunakan sebagai bahan pembuatan baterai, pelapis logam dan plastik (BSN, 2009). Mengonsumsi daging sapi yang sudah terpapar dengan logam berat cadmium dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti penurunan fungsi organ ginjal, diare, sakit perut, keretakan tulang, kegagalan reproduktif, kerusakan sistem saraf pusat, kerusakan sistem imunitas, gangguan psikologis dan kerusakan *deoxyribonucleic acid* (DNA) atau kanker (Agustina, 2010). Hasil penelitian Harsojo dan Darsono (2013), melaporkan bahwa kandungan cadmium pada hati sapi yang berasal dari Kabupaten Legok, Banten adalah 0,461 ppm, hal ini berada di ambang batas yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) yaitu 0,5 ppm. Hasil penelitian Dwiloka *et al.* (2006) mendapatkan kandungan cadmium dalam usus sapi bali yang digembalakan di tempat pembuangan sampah Kota Semarang lebih besar yaitu 1,290 dan 2,207 ppm. Akumulasi cadmium pada hati dan usus tentu menyebabkan kerusakan struktur histologi pada organ-organ tersebut.

Tempat pemotongan hewan atau *abbatoir* tradisional adalah tempat pemotongan hewan kategori I, karena dalam proses pascapemotongan ternak tidak dilakukan pelayuan daging atau karkas, karena langsung dijual dalam keadaan segar atau *hot meat* (Juhari *et al.*, 2017). Pada umumnya tempat pemotongan hewan tradisional dimiliki oleh perseorangan, tetapi persyaratan dan kondisi lingkungan pemotongan hewan tetap di bawah pengawasan pemerintah

berdasarkan peraturan yang berlaku. Namun, kenyataannya banyak tempat pemotongan hewan tradisional belum memenuhi persyaratan dan masih kurang dalam pengawasan terhadap kesehatan ternak serta keamanan daging (Khasrad dan Yuni, 2012). Hal tersebut menyebabkan peneliti tertarik untuk meneliti dengan tujuan mengetahui kadar cadmium serta perubahan secara histopatologi pada organ hati dan usus halus sapi bali yang dipotong di tempat pemotongan hewan tradisional di Bali.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional-eksploratif dengan rancangan *Cross-sectional study*. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 10 ekor sapi bali dengan objek sampel berupa jaringan hati dan usus halus. Sampel diambil dari sapi yang dipotong di tempat pemotongan hewan tradisional di Desa Darmasaba, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung, Propinsi Bali. Masing-masing objek sampel jaringan dibagi atas dua bagian yaitu sebagian untuk pemeriksaan kadar cadmium dan sebagian lagi dibuat preparat histopatologi.

Pengukuran kadar cadmium pada jaringan hati dan usus halus sapi bali dilakukan di Laboratorium Analitik, Universitas Udayana, dan diperoleh data kadar dalam satuan *part permilion* (ppm). Pemeriksaan cadmium pada organ hati dan usus halus dilakukan dengan teknik *Atomic Absorption Spectrofotometric* (AAS) sesuai metode Sikiric *et al.* (2003). Pembacaan dilakukan pada alat spektrofotometer serapan *atom graphite furnace* pada panjang gelombang 288,3 nm untuk logam berat cadmium.

Pembuatan dan pemeriksaan preparat histopatologi jaringan hati dan usus halus sapi bali dilakukan di Laboratorium Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana. Sampel untuk pemeriksaan kadar cadmium diambil dengan cara memotong organ kurang lebih seberat 10 g kemudian dimasukkan ke dalam pot. Sampel untuk preparat histopatologi difiksasi dalam larutan *Neutral Buffer Formalin* 10%. Pembuatan preparat histopatologi jaringan hati dan usus halus sesuai dengan metode Kiernan (2015). Jaringan yang telah difiksasi kemudian diiris dengan ukuran 1 x 1 x 1 cm agar dapat dimasukkan ke dalam kotak untuk diproses dalam *tissue processor*. Selanjutnya sampel didehidrasi dalam alkohol 70%, 80%, 90% alkohol absolut I, alkohol absolut II, dengan lama waktu masing-masing perendaman selama  $\pm 2$  jam. *Clearing* dilakukan untuk membersihkan sisa alkohol dari jaringan. Setelah dibersihkan, jaringan siap untuk dimasukkan ke dalam blok parafin yang berikutnya dilakukan *embedding* dan *blocking*. Blok-blok parafin tersebut kemudian dipotong

(*cutting*) dilakukan dengan menggunakan *microtome* dengan ketebalan 4-5  $\mu\text{m}$ . Preparat diwarnai dengan pewarnaan dengan metode Haris *Hematoxylin-Eosin* (HE). Preparat histopatologi hati dan usus halus diperiksa berdasarkan perubahan histologi berupa degenerasi, nekrosis, dan infiltrasi sel radang. Selanjutnya lesi sampel diskoring sebagai berikut yaitu tidak ada lesi (0), lesi bersifat fokal/ringan (1), lesi bersifat multifokal/sedang (2), lesi bersifat difus/berat (3).

Hasil pengukuran kadar cadmium dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil pemeriksaan histopatologi hati dan usus halus sapi bali dianalisis secara statistika Kruskal Wallis dan dilanjutkan dengan Uji Mann Whitney.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar logam berat cadmium dan skoring perubahan histopatologi pada jaringan hati dan usus halus sapi bali disajikan pada Tabel 1, dan gambaran histopatologi jaringan hati dan usus halus sapi bali masing-masing disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Dari sepuluh sampel yang diperiksa menunjukkan beberapa sampel positif mengandung cadmium di masing-masing organ (Tabel 1). Kadar cadmium pada sampel hati yang diperiksa berkisar antara 0 ppm sampai 7,25 ppm dengan kadar rata-rata 1,46 ppm. Kadar logam berat cadmium pada sampel usus halus berkisar antara 0 ppm sampai 90,80 ppm dengan kadar rata-rata 15,7 ppm.

Berdasarkan rerata kadar cadmium pada hati lebih rendah dari pada usus halus. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan laporan penelitian Harjono dan Darsono (2013) yang menyatakan bahwa kandungan pada sampel hati jauh lebih rendah yaitu 0,184 ppm dibandingkan dengan sampel usus halus yaitu 2,207 ppm. Tingginya akumulasi cadmium pada organ usus halus sapi bali diakibatkan oleh pakan dan air minum yang tercemar cadmium. Penyerapan cadmium lewat saluran pencernaan sekitar 3-8% dari total cadmium yang termakan. Akumulasi logam berat cadmium dalam jeroan lebih banyak berasal dari pakan maupun air minum sapi yang diberikan peternak. Hati merupakan organ pertama yang berhubungan dan melakukan metabolisme terhadap racun yang terserap dalam saluran pencernaan (Hodgson *et al.*, 1997; Lestari, 2018). Cadmium diserap kedalam darah dan terkonsentrasi di dalam sel darah, selanjutnya berikatan dengan protein pengikat logam berat yang disebut dengan *metallothionein* (MT). Menurut Sabolic *et al.* (2010) kompleks Cd-MT dilepaskan kedalam sirkulasi sistemik dan salah satunya pada hati. Hati adalah salah satu muara akumulasi senyawa

racun, di antaranya logam berat karena seluruh hasil pencernaan akan diabsorpsi ke dalam hati melalui vena portal hepatica.

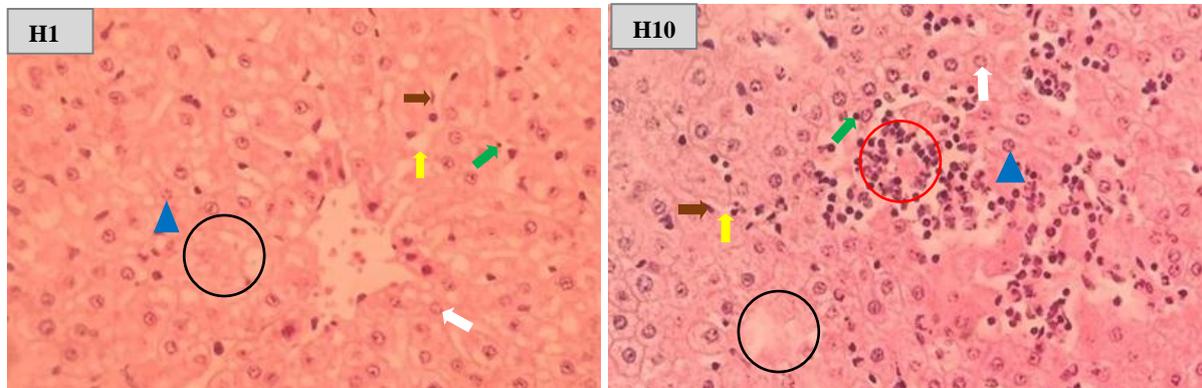
Tabel 1. Kadar cadmium dan perubahan histopatologi organ hati dan usus halus sapi bali.

| No Sapi | Jaringan   | SNI* (ppm) | Kadar Cadmium (ppm) | Tingkat perubahan histopatologi |          |                       |
|---------|------------|------------|---------------------|---------------------------------|----------|-----------------------|
|         |            |            |                     | Degenerasi Melemak              | Nekrosis | Infiltrasi Sel Radang |
| 1       | Hati       | 0,5        | 0                   | 2                               | 0        | 0                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 41,44               | 1                               | 2        | 2                     |
| 2       | Hati       | 0,5        | 4,71                | 1                               | 1        | 1                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 90,80               | 0                               | 2        | 2                     |
| 3       | Hati       | 0,5        | 2,64                | 1                               | 2        | 2                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 6,73                | 0                               | 2        | 2                     |
| 4       | Hati       | 0,5        | 0                   | 1                               | 1        | 1                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 0                   | 0                               | 1        | 1                     |
| 5       | Hati       | 0,5        | 0                   | 0                               | 1        | 1                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 0                   | 0                               | 1        | 1                     |
| 6       | Hati       | 0,5        | 0                   | 2                               | 0        | 0                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 0                   | 0                               | 1        | 1                     |
| 7       | Hati       | 0,5        | 0                   | 0                               | 2        | 2                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 0                   | 1                               | 0        | 1                     |
| 8       | Hati       | 0,5        | 0                   | 0                               | 1        | 0                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 0                   | 0                               | 1        | 1                     |
| 9       | Hati       | 0,5        | 0                   | 0                               | 0        | 0                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 0                   | 0                               | 2        | 2                     |
| 10      | Hati       | 0,5        | 7,25                | 1                               | 1        | 1                     |
|         | Usus Halus | 0,5        | 18,31               | 1                               | 1        | 1                     |

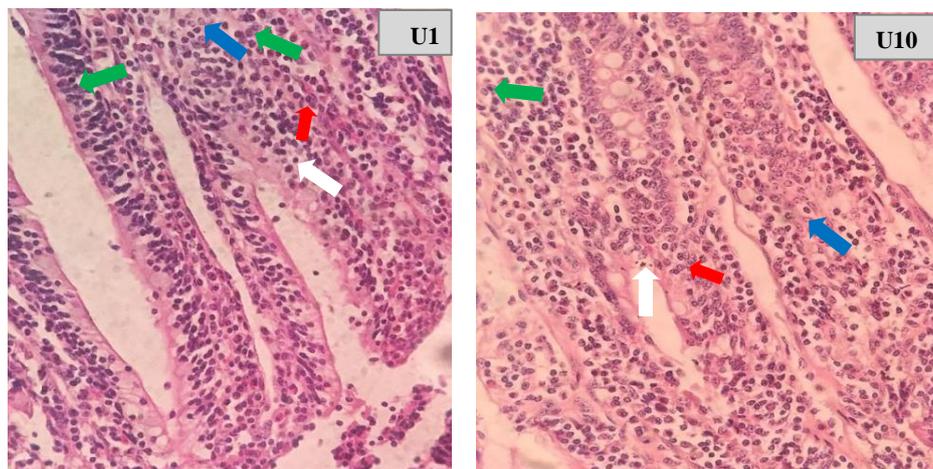
Keterangan: 0=tidak ada lesi; 1=lesi fokal/ringan; 2=lesi multifokal/sedang; 3=lesi difusa/berat

Metode pemeliharaan sapi bali yang dibebaskan di lingkungan tercemar cadmium dapat menjadi salah satu indikator tingkat cemaran di sekitar lingkungan tersebut. Sapi yang dipelihara di lingkungan tercemar logam berat, sangat berisiko terpapar karena daya seleksi dalam memilih pakan ternak sapi umumnya sangat rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nangkiawa *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa hasil pemeriksaan sampel darah ternak sapi yang dipelihara di TPA Alak, Kota Kupang, NTT menunjukkan hasil positif terhadap logam berat cadmium dan menimbulkan residu. Hal tersebut terjadi sebab para pengusaha kurang memperhatikan asal sapi yang dipotong di tempat pemotongan sapi

tradisional, karena ingin mendapatkan keuntungan lebih besar dengan memotong sapi yang murah.



Gambar 1. Histopatologi sampel hati yang dipotong di tempat pemotongan hewan tradisional. (H1) sampel hati sapi bali yang tidak mengandung logam berat cadmium dan (H10) sampel hati sapi bali yang mengandung cadmium, degenerasi melemak (lingkaran hitam), piknosis (panah hijau), karyorheksis (segitiga biru) dan karyolisis (panah putih), infiltrasi limfosit (lingkaran merah), sinusoid (panah kuning), proliferasi sel kupffer (panah coklat) (HE, 400 kali).



Gambar 2. Histopatologi sampel usus halus yang dipotong di tempat pemotongan hewan tradisional. Sampel usus halus sapi bali (U1) dan (U10) yang mengandung cadmium. Perubahan yang ditunjukkan adanya piknosis (panah putih), karyoheksis (panah merah), karyolisis (panah biru) dan infiltrasi sel radang limfosit (panah hijau) (HE, 400 kali).

Berdasarkan hasil pengamatan histopatologi (Tabel 1) menunjukkan adanya perubahan berupa degenerasi melemak, nekrosis, dan infiltrasi sel radang pada seluruh sampel dengan tingkat keparahan fokal hingga multifokal. Pada organ hati, ditemukan adanya tiga sampel hati yang mengalami perubahan berupa degenerasi, nekrosis dan infiltrasi sel radang limfosit fokal. Infiltrasi sel radang merupakan reaksi terhadap cedera atau kerusakan jaringan yang melibatkan

perubahan sel, humoral dan vaskuler. Terjadinya infiltrasi sel radang limfosit merupakan respons hati terhadap adanya akumulasi logam berat cadmium maupun faktor lain seperti agen infeksius lainnya. Pada sampel hati juga ditemukan adanya proliferasi sel Kupffer (makrofag sinusoid). Menurut Lestari *et al.* (2012), monosit bermigrasi ke jaringan hati akan berdiferensiasi menjadi sel Kupffer. Sel Kupffer salah satu sel selatata yang ditemukan pada permukaan luminal sel-sel endotel dalam sinusoid, sehingga apabila sel Kupffer teraktivasi akan mengeluarkan berbagai sitokin, termasuk TNF-alfa dan beberapa jenis interleukin. Proliferasi makrofag sinusoid pada hati dapat disebabkan oleh respons hati terhadap senyawa toksik dan partikel asing lainnya.

Akumulasi cadmium dalam penelitian ini menyebabkan perubahan gambaran histopatologi pada sampel hati maupun sampel usus halus. Cadmium menginduksi terbentuknya radikal bebas berupa *reactive oxygen species* (ROS) (Toppo *et al.*, 2015). Menurut Amara *et al.* (2011), cadmium memicu ROS dengan cara menghambat antioksidan endogen seperti *glutathione peroxidase*, *katalase* dan *superoxidase dismutase* sehingga mengakibatkan akumulasi radikal bebas di dalam sel, hal ini yang menyebabkan kerusakan sel. Ketika sel sedang mengalami stress oksidatif, maka sel mampu beradaptasi mencapai homeostatis yang berbeda, namun sel beradaptasi secara berlebihan, lesi akan terjadi pada sel, baik *reversible* maupun *irreversible*. Pada periode waktu tertentu, lesi *reversible* seperti lesi degenerasi, infiltrasi sel radang, dan edema akan kembali seperti normal. Apabila stres yang dialami semakin parah, hal ini yang menyebabkan lesi *irreversible* dan mengalami nekrosis. Pada periode waktu tertentu, lesi *reversible* seperti lesi degenerasi, infiltrasi sel radang, dan edema akan kembali seperti normal. Apabila stres yang dialami semakin parah, hal ini yang menyebabkan lesi *irreversible* dan mengalami nekrosis.

Uji secara statistika dengan uji Mann Whitney dilakukan untuk mengetahui perbedaan gambaran histopatologi pada sampel yang mengandung cadmium dan yang tidak mengandung cadmium. Sampel dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu kelompok negatif (-) dan kelompok positif (+). Sampel sapi dengan kadar cadmium 0 ppm tergolong kelompok negatif, sedangkan sampel sapi dengan kadar cadmium lebih dari 0 ppm tergolong kelompok positif. Secara kuantitatif terlihat adanya perbedaan rata-rata dari hasil skoring perubahan histopatologi sampel hati dan usus halus berupa degenerasi, nekrosis dan infiltrasi sel radang limfosit pada kelompok sampel negatif (-) dan positif (+) logam berat cadmium. Pada kelompok sampel positif diperoleh hasil rata-rata lebih tinggi dibandingkan kelompok sampel negatif. Tetapi

berdasarkan hasil analisis Mann Whitney diperoleh hasil yang tidak berbeda signifikan antara sampel yang positif mengandung logam berat cadmium dengan yang negatif logam berat cadmium, baik pada hati maupun pada usus halus.

Perubahan yang terjadi pada sampel penelitian ini tidak hanya karena logam berat cadmium. Beberapa faktor lain dapat menyebabkan perubahan gambaran histopatologi pada penelitian ini. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis statistika yang menunjukkan perubahan histopatologi pada sampel hati dan usus halus dari kelompok positif cadmium tidak berbeda nyata dengan kelompok negatif cadmium. Berbagai faktor lain yang dapat memengaruhi perubahan histopatologi antara lain kondisi hewan sebelum dipotong (sakit atau sehat), faktor umur, penyakit infeksius dan penyakit non infeksius. Perubahan histopatologi berupa nekrosis dapat terjadi karena adanya toksin dari mikroorganisme, zat kimia, kekurangan suplai darah, tidak ada inervasi saraf, suhu, sinar radioaktif dan trauma mekanik (Berata *et al.*, 2018). Pada laporan penelitian Harsojo dan Darsono (2013), menjelaskan bahwa jeroan berupa paru, lambung ganda sapi atau babat, usus dan hati serta daging sapi dapat mengalami perubahan karena disebabkan oleh infeksi *E. coli*. Dalam proses peradangan pada suatu organ dapat juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti bakteri, jamur, virus, protozoa, dan cacing.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian ditemukan kadar cadmium pada hati reratanya 1,46 ppm dan pada usus halus reratanya 90,80 ppm. Perubahan histopatologi yang ditemukan pada hati adalah degenerasi melemak, nekrosis dan infiltrasi sel radang limfosit serta sel Kupffer (makrofag sinusoid), sedangkan pada usus halus ditemukan nekrosis, dan infiltrasi sel radang limfosit. Perubahan histopatologi jaringan yang positif mengandung cadmium sama dengan yang negatif cadmium.

### **SARAN**

Dalam pemeriksaan daging dan jeroan sapi, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap cemaran logam berat cadmium. Kepada para pemegang kebijakan, perlu adanya pengawasan sangat serius terhadap sistem pemeliharaan ternak sapi bali agar terbebas dari cemaran logam berat cadmium.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada pemilik Tempat Pemotongan Hewan Tradisional di Desa Darmasaba, Kecamatan Abiansemal, Badung, Laboratorium Analitik Universitas Udayana, Laboratorium Patologi Veteriner dan Laboratorium Histologi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina T. 2010. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan *Teknubuga* (2): 53-65.
- Amara S, Douki T, Garrel C, Favier A, Rhouma K, Sakly M, Abdelmelek H. 2011. Effect of Static Magnetic Field and Cadmium on Oxidative Stress and DNA Damage in Rat Cortex Brain and Hippocampus. *Toxicology Indian Health* 27: 99-106.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Jakarta. Hlm. 1-25.
- Bahri S. 2008. Beberapa Aspek Keamanan Pangan Asal Ternak di Indonesia. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(3): 225-242.
- Berata IK, Susari NNW, Kardena IM, Ariana INT. 2016. Cemaran Timah Hitam dalam Darah Sapi Bali yang Dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir Kota Denpasar. *Jurnal Veteriner* 17(4): 641-646.
- Dwiloka B, Rasana E, Rianto E. 2006. Kandungan Logam Berat pada Hati dan Usus Sapi yang Dipelihara di TPA Jatibarang Semarang Setelah Direbus dengan Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus Benth*), Risalah Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi. Badan Tenaga Atom Nuklir Nasional, Jakarta, 12 Desember 2006.
- El-Refaiy AI, Eissa FI. 2003. Histopathology and Cytotoxicity as Biomarkers in Treated Rats with Cadmium and Some Therapeutic Agents. *Saudi Journal of Biological Sciences* 20: 265-280.
- Harsojo, Darsono. 2013. Studi Kandungan Logam Berat dengan Analisis Aktivasi Neutron dan Mikroba Patogen pada Jeroan Serta Daging Sapi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Radiasi* 9: 129-137.
- Juhari F, Nuraini H, Cyrilla L. 2017. Analisis Nilai Tambah Produk Rumah Potong Hewan (Studi Kasus RPH Kategori I dan RPH Kategori II). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan* 5(2): 49-55.
- Khasrad HJ, Yuni AD. 2012. Kondisi Tempat Pemotongan Hewan Bandar Buat Sebagai Penyangga Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Kota Padang. *Jurnal Peternakan Indonesia* 14(2): 373-378.
- Kiernan JA. 2016. *Histological and Histochemical Merthods: Theory and Praticce*. 5<sup>th</sup> edition. Poland. Medical University of Gdansk.
- Lestari S. 2018. Risiko Kontaminasi Logam Berat Timbal dan Cadmium Pada Daging dan Hati Sapi yang Digembelakan di Areal Bekas Lahan Pertanian Kecamatan Wasile Timur. *Journal of Animal Husbandry Science* 2(2): 41-47.
- Madu EY, Suartha IN, Batan IW. 2015. Status Praesen Sapi Bali Dara. *Indonesia Medicus Veterinus* 4(5): 437-444.

- Nangkiawa KT, Detha AIR, Ndaong NA. 2015. Identifikasi Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Sapi Potong yang Dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kecamatan Alak, Kota Kupang. *Jurnal Veteriner* 16(1): 53-61.
- Sabolic I, Brejzak D, Skarica M, Herak-Kramberger CM. 2010. Role of Metallothionein in Cadmium Traffic and Toxicity in Kidneys and Other Mammalian Organs. *Biometals* 23(5): 897–926.
- Sikiric M, Brajenovic N, Pavlovic I, Havranek JL, Plavljanic N. 2003. Determination of Metals in Cow's Milk By Flame Atomic Absorption Spectrophotometry. *Czech J Anim Sci* 48(11): 481–486.
- Toppo R, Roy BK, Gora RH, Baxla SL, Kumar P. 2015. Hepatoprotective Activity of *Moringa oleifera* Against Cadmium Toxicity in Rats. *Veterinary World* 8: 537-540.