

## **Cemaran Timah Hitam dalam Darah Sapi Bali yang Dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir Kota Denpasar**

*(BLOOD LEAD CONTAMINATION IN BALI CATTLE REARED IN THE AREA OF FINAL DISPOSAL OF DENPASAR)*

**I Ketut Berata<sup>1</sup>, Ni Nyoman Werdi Susari<sup>2</sup>,  
I Made Kardena<sup>1</sup>, I Nyoman Tirta Ariana<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorium Patologi Veteriner,

<sup>2</sup>Laboratorium Anatomi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan,

<sup>3</sup>Lab. Ternak Potong dan Kerja, Fakultas Peternakan,

Universitas Udayana, Jln Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia

Telpon 0361 223791; E-mail: [berata\\_iketut@unud.ac.id](mailto:berata_iketut@unud.ac.id)

### **ABSTRAK**

Sapi bali terkenal memiliki daya adaptasi tinggi terhadap lingkungan, terbukti dapat hidup di lingkungan kritis termasuk di tempat pembuangan akhir (TPA). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan aktivitas *serum glutamate pyruvate transaminase* (SGPT) dan *serum glutamate oxaloacetat transaminase* (SGOT) dengan kadar timah hitam/plumbum (Pb) dalam darah sapi bali yang dipelihara di TPA Kota Denpasar. Sampel sapi yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 22 ekor. Darah diambil dari vena jugularis masing-masing sebanyak 10 mL yang ditampung ke dalam tabung berisi EDTA 0,5% dan 10 mL pada tabung non EDTA. Pengukuran kadar SGPT dan SGOT dilakukan dengan menggunakan metode *Auto analyzer (Refloton(R) plus)*, sedangkan pengukuran logam berat Pb dalam plasma darah, dilakukan dengan metode *atomic absorption spektrofotometry* (AAS). Hasil pengukuran SGPT dan SGOT diperoleh hasil yang sangat bervariasi dengan rata-rata SGPT= 29,96±5,67 U/L dan SGOT= 78,82±17,62 U/L. Demikian pula hasil pengukuran kadar Pb sangat bervariasi antara 4,004 sampai 10,216 ppm dengan rata-rata 6,59±1,85 ppm. Analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan antara aktivitas SGOT dengan kadar Pb, tetapi tidak ada korelasi antara kadar SGPT dengan kadar Pb. Hasil ini menunjukkan bahwa cemaran Pb dapat menyebabkan gangguan patologi sel-sel jaringan termasuk hati. Disimpulkan terdapat cemaran logam berat Pb dalam darah sapi bali yang dipelihara di TPA Kota Denpasar, yang terdistribusi pada berbagai jaringan.

Kata-kata kunci : daya adaptasi; SGPT/SGOT; logam berat Pb.

### **ABSTRACT**

Bali cattle are known for having high adaptability to any environmental condition and have proven to survive in critical environments including landfills. The aim of this study was to determine the relationship between Serum Glutamic Pyruvic Transaminase /Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGPT/SGOT) levels and lead (Pb) level in blood of bali cattle reared in the landfill Denpasar. A total of 22 Bali cattle were used in this study was. The blood was drawn from the jugular vein and 10 ml blood were collected using tubes containing EDTA 0.5% and 10 mL without EDTA tubes. Levels of SGPT and SGOT were measured by using Auto analyzer (Refloton (R) plus) method, while the measurement of Pb in blood plasma was conducted by using atomic absorption spectrophotometry (AAS) method. Result of the SGPT and SGOT measurement obtained were relatively varied with an average of SGPT = 29.96±5.67 U/L and SGOT = 78.82±17.62 U/L. Similarly, Pb measurement results vary widely between 4.004 to 10.216 with an average of 6.595±1.85 ppm. Correlation analysis showed that there was an association between SGOT with Pb levels. However, no correlation was observed between the SGPT with Pb levels. These results indicate that the levels of lead may cause pathological tissue cells in organs other than liver. Its concluded that heavy metal Pb is found in the blood of bali cattle reared in Denpasar city landfill, and it may be correlated with the level of the SGOT and may cause pathological tissue cells organs.

Key words: adaptability; SGPT/SGOT; heavy metals Pb

## PENDAHULUAN

Sapi bali merupakan plasma nutfah dengan berbagai keunggulan di antaranya memiliki daya adaptasi tinggi terhadap lingkungan (Handiwirawan dan Subandriyo, 2004). Hal ini terbukti sapi bali banyak dipelihara di tempat pembuangan akhir (TPA), dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Sapi bali yang dipelihara di TPA Suwung Denpasar sekitar 300 ekor, dengan cara diumbar. Pemeliharaan sapi bali di TPA lain juga ada, tetapi belum ada yang melaporkan mengenai jumlah dan kondisinya.

Sumber pakan dan air minum sapi bali bersumber dari bahan buangan di TPA. Bahan tersebut tentu telah tercemar oleh limbah yang mungkin saja berbahaya bagi kesehatan ternak sapi dan kesehatan manusia yang mengkonsumsi dagingnya. Oleh karena itu penting dipantau dan diteliti mengenai kesehatan umum dan daging dari sapi yang dipelihara di TPA. Sebagai indikator ternak yang sehat, selain secara performans juga dapat didasarkan pada uji fungsi hati dan daya tahan sapi terhadap agen infeksius. Hati sebagai pusat metabolisme karbohidrat, protein, lemak dan mineral, sangat berkaitan dengan bahan-bahan yang dimakan. Jika pakan tercemar bahan berbahaya, bahan tersebut terserap di usus secara akumulasi dapat menyebabkan gangguan pada hati, sehingga dapat menyebabkan gangguan metabolisme (Cave, 2010). Adanya penyimpanan metabolisme dapat mengakibatkan kesehatan sapi terganggu dan kualitas daging yang dihasilkan menjadi tidak sehat untuk dikonsumsi. Patofisiologi hati dapat dianalisis dengan uji fungsi hati. Pemeriksaan enzim sering dilakukan yaitu pengukuran aktivitas enzim *Serum Glutamate Pyruvate Transaminase* (SGPT) dan *Serum Glutamate Oxaloacetat Transminase* (SGOT). Peningkatan aktivitas SGOT menunjukkan adanya kerusakan pada sel-sel berinti, sedangkan peningkatan aktivitas SGPT menunjukkan kerusakan sel hepatosit (Hegazy dan Fouad, 2015).

Pemeriksaan adanya logam berat di dalam jaringan sapi sangat penting dilakukan secara berkala, agar konsumen memperoleh daging yang sehat, sebagaimana dilakukan di Negara Serbia (Jovanovic *et al.*, 2013). Pemeriksaan logam berat pada daging sapi yang dipotong di Negeria, dilakukan terhadap adanya cemaran logam berat timah hitam/plumbum (Pb), dan cadmium (Cd), dengan konsentrasi masing-masing 4,36 mg/kg dan 1,48 (Ekenma *et al.*,

2014). Adanya logam berat dalam darah sapi perah di Mesir dilaporkan oleh Malhat *et al.* (2012) adalah akibat lingkungan penggem-balaannya tercemar.

Pemeriksaan cemaran logam berat pada ikan-ikan di Selat Malaka, dilakukan secara berkala, untuk tujuan keamanan pangan. Logam berat yang dapat membahayakan kesehatan ikan maupun manusia sebagai konsumennya meliputi logam berat air raksa/mercury (Hg), arsen (As), timah hitam, dan cadmium (Alina *et al.*, 2012).

Hasil penelitian pendahuluan terhadap lima ekor sapi yang dipelihara di TPA Suwung Kota Denpasar, menunjukkan adanya cemaran logam berat Pb dalam darahnya. Logam berat Pb sangat membahayakan baik bagi sapi maupun manusia yang mengkonsumsi dagingnya, yaitu dapat menyebabkan degenerasi otak (Hegazy dan Fouad, 2015) dan anemia (Apostoli *et al.*, 1988).

Tingkat kerusakan patofisiologi berdasarkan variasi aktivitas SGPT/SGOT dan logam berat, menggambarkan berat ringannya cemaran limbah TPA terhadap status kesehatan sapi. Tingkat patofisiologi ini juga sangat dipengaruhi oleh variabel-variabel seperti umur, lamanya dipelihara di TPA, dan asal sapi, sedangkan pemeriksaan patologi hati secara pascamati dapat diukur dengan pemeriksaan patologi anatomi dan histopatologi. Untuk pemeriksaan ini, maka sapi harus dinekropsi (dipotong), hati diperiksa, selanjutnya diambil untuk diproses dalam pembuatan preparat histopatologi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari cemaran logam berat Pb pada sapi yang dipelihara di TPA Kota Denpasar serta hubungannya dengan aktivitas SGPT/SGOT. Jika ada hubungan antara kadar logam berat Pb dalam darah sapi yang dipelihara di TPA dengan SGPT/SGOT, maka dapat diketahui bahwa logam berat Pb terdistribusi ke seluruh jaringan atau hanya terakumulasi di hati sebagai organ yang berperan menawarkan racun (detoksifikasi).

## METODE PENELITIAN

### Sampel Penelitian

Sapi yang dipilih sebagai sampel penelitian ini sebanyak 22 ekor sapi yang berumur 2-5 tahun, berjenis kelamin betina dan lahir di lingkungan TPA Suwung Kota Denpasar. Sapi yang dipilih sebagai sampel penelitian adalah yang sehat secara klinis.

Pemilihan sampel penelitian dilakukan secara acak, sehingga didapatkan 22 ekor sapi yang memenuhi kriteria, yaitu sapi betina dan berumur 2 tahun keatas. Pengambilan darah dilakukan dengan bantuan teknisi dari Balai Besar Veteriner, Denpasar, mengingat sapi umumnya hidup diumbar, walaupun pada mulutnya telah dipasang tali *telusuk*.

**Pengambilan Sampel Darah dan Preparasi Serum dan Plasma.**

Sampel darah dari masing-masing sapi bali diambil sebanyak 10 mL untuk memperoleh plasma darah dan serum. Darah diambil dari vena jugularis dan ditampung dalam tabung (*vaccum tube*) berisi *ethylene diamine tetraacetic acid* (EDTA) 0,5% untuk memperoleh plasma darah, dan tabung tanpa EDTA untuk memperoleh serum. Darah dalam tabung dibiarkan dalam suhu kamar selama dua jam, selanjutnya disentrifugasi 2.000 rpm selama 10 menit untuk mengeluarkan serum. Pada tabung berisi EDTA digoyang-goyang agar terjadi homogenisasi plasma darah.

Darah diambil secara simultan dengan menggunakan dua tabung penampung yaitu satu tabung yang tidak diisi EDTA dan tabung yang lain berisi EDTA 0,5%. Darah pada tabung tanpa EDTA bertujuan untuk memperoleh serum yang dipakai bahan untuk pemeriksaan SGPT dan SGOT. Tabung penampung darah yang berisi EDTA bertujuan untuk mendapatkan plasma darah, sebagai material pemeriksaan logam berat Pb.

**Pengukuran Aktivitas Enzim SGPT dan SGOT**

Pemeriksaan aktivitas SGPT dan SGOT dalam serum dilakukan dengan menggunakan *Auto analyzer (Refloton(R) plus)* menurut Kendran *et al.*, (2012). Adapun caranya adalah dengan meneteskan satu tetes darah (30 iL) pada batang kit. Setiap parameter menggunakan batang kit yang berbeda, kemudian dimasukkan ke *Auto analyzer*. Setelah beberapa menit, alat akan membaca hasilnya secara otomatis.

**Pengukuran Kadar Logam Berat Pb**

Pemeriksaan kadar Pb dalam plasma darah dilakukan dengan teknik *Atomic Absorption Spectrofotometric* (AAS) sesuai metode Sikiric *et al.* (2003). Plasma darah diambil sebanyak 1 mL dari masing-masing sampel sapi. Sampel dibagi menjadi dua bagian, 0,5 mL untuk kontrol positif dan 0,5 mL untuk sampel. Ditambahkan

0,25 mL larutan standar 1 mg/L ke dalam sampel untuk membuat *spiked* atau kontrol positif. *Spiked* diuapkan di atas pinggan panas/*hot plate* pada suhu 100°C sampai kering. Sampel dan *spiked* dimasukan ke dalam tungku pengabuan dan tutup separuh permukaannya. Suhu tungku pengabuan dinaikan secara bertahap hingga 100°C setiap 30 menit, hingga akhirnya mencapai 450°C dan dipertahankan selama 18 jam. Sampel dan *spiked* dikeluarkan dari tungku pengabuan dan didinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin ditambahkan 1 mL HNO<sub>3</sub> 65%, digoyangkan secara hati-hati sehingga semua abu terlarut dalam asam dan selanjutnya diuapkan di atas *pinggan panas* pada suhu 100°C sampai kering. Setelah kering sampel dan *spiked* dimasukan kembali ke dalam tungku pengabuan. Suhu dinaikan secara bertahap 100°C setiap 30 menit hingga mencapai 450°C dan dipertahankan selama tiga jam. Setelah abu berwarna putih terbentuk sempurna, sampel dan *spiked* didinginkan pada suhu ruang. Ditambahkan 5 mL HCl 6 M ke dalam masing-masing sampel dan *spiked* digoyangkan secara hati-hati sehingga semua abu larut dalam asam. Diuapkan di atas *pinggan panas* pada suhu 100°C sampai kering. Ditambahkan 10 mL HNO<sub>3</sub> 0,1 M dan didinginkan pada suhu ruang selama satu jam, larutan dipindah ke dalam labu takar *polyproylene* 50 mL dan ditambahkan larutan *matrik modifier*, tepatkan sampai tanda batas dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,1 M. Larutan standar kerja Cd disiapkan masing-masing minimal lima titik konsentrasi. Larutan standar kerja, sampel, dan *spiked* dibaca pada alat spektrofotometer serapan atom *graphite fumace* pada panjang gelombang 288,3 nm untuk logam Pb. Konsentrasi Pb dalam i $\mu$ g/g dihitung dengan rumus berikut (SNI 2354.5:2011) :

$$\text{Konsentrasi} = \frac{(D-E) \times F_p \times V}{W}$$

- Keterangan :
- D : konsentrasi sampel i $\mu$ g/l dari hasil pembacaan AAS
  - E : konsentrasi blanko sampel i $\mu$ g/l dari hasil pembacaan AAS
  - F<sub>p</sub> : faktor pengenceran
  - V : volume akhir larutan sampel yang disiapkan (ml), ubah ke dalam satuan liter
  - W : berat sampel (g)

## Analisis Data

Data aktivitas SGPT, SGOT, dan kadar logam berat Pb ditabulasi dan selanjutnya dianalisis dengan uji korelasi untuk menentukan ada tidaknya hubungan. Analisis menggunakan program SPSS versi 22.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil pemeriksaan serum diperoleh kadar SGPT dan SGOT yang sangat bervariasi. Dari hasil pemeriksaan plasma darah dari 22 ekor sapi bali asal TPA diperoleh hasil adanya logam berat Pb yang bervariasi antara 0,104 sampai 10,216 ppm. Hasil Pemeriksaan SGOT dan SGPT, serta logam berat Pb dalam darah sapi bali yang diangon di TPA Denpasar, disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1, tampak adanya variasi kadar logam berat Pb dan kadar SGOT/SGPT. Secara umum tampak adanya hubungan antara kadar logam berat Pb dengan kadar SGOT. Pada kadar Pb = 10,216 ppm, pada sapi umur tiga tahun dijumpai kadar SGOT 131 U/L, merupakan kadar tertinggi. Hasil analisis dengan uji korelasi diperoleh hasil bahwa kadar Pb dalam plasma darah sangat berkorelasi dengan kadar SGOT, tetapi tidak berkorelasi dengan kadar SGPT (Tabel 2).

Adanya variasi kadar Pb dalam darah sapi bali yang dipelihara di tempat pembuangan sampah kota Denpasar, menunjukkan bahwa terdapat variasi dari logam berat Pb dalam sampah yang digunakan sebagai sumber pakan sapi. Hal serupa juga dilaporkan terjadi pada sapi-sapi yang dipotong di rumah potong hewan Nsukka, Nigeria (Ekenma *et al.*, 2014). Menurut Ekenma *et al.* (2014), kadar Pb dalam plasma darah sapi yang diteliti memiliki rata-rata 5,65 ppm, sedangkan hasil penelitian pada sapi TPA Kota Denpasar ditemukan rata-rata logam berat Pb  $6,595 \pm 1,85$  ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb lebih tinggi pada sapi TPA kota Denpasar dari laporan Enkema *et al* (2014) pada sapi di Nigeria. Mengenai hal ini, sangat berkaitan dengan lokasi dari sapi yang digembalakan. Dalam laporan Enkema *et al.* (2014), sampel sapi yang digunakan, merupakan sapi-sapi yang berasal dari berbagai daerah penggembalaan di Nigeria, sedangkan sapi bali yang diteliti semuanya sapi yang dipelihara di TPA Denpasar. Faktor selektivitas individu hewan juga dilaporkan

dapat memengaruhi variasi cemaran logam berat, walaupun berada dalam lingkungan tercemar yang sama (Jie *et al.*, 2009).

Variasi kadar logam berat Pb pada sapi juga dapat diukur dari susu yang diproduksi, sebagaimana dilaporkan oleh Abdulkhaliq *et al.* (2012). Hal ini menegaskan bahwa cemaran logam berat Pb sangat membahayakan konsumen daging maupun susu dari sapi yang tercemar oleh logam berat. Cemaran logam berat pada tubuh sapi bisa terjadi pada pemeliharaan secara organik, karena logam berat dapat berasal dari pakan/tanaman atau air minum yang mengandung banyak logam berat (Pilarczyk *et al.*, 2013).

Adanya variasi logam berat pada darah sapi bali yang dipelihara di TPA Suwung Denpasar, kemungkinan akibat variasi sebaran logam berat pada sampah TPA yang terpaksa dimakan oleh sapi bali. Hal yang serupa juga terjadi pada ikan. Adanya logam berat pada ikan-ikan di

Tabel 1. Hasil pemeriksaan serum *glutamate pyruvate transaminase* (SGPT) dan serum *glutamate oxaloacetat transaminase* (SGOT) dan logam berat timah hitam (Pb)

No	SGPT (U/L)	SGOT (U/L)	Kadar Pb (ppm)
1	36	65	5,005
2	27	73	7,390
3	34	131	10,216
4	21	83	5,616
5	35	76	9,295
6	36	65	5,005
7	26	69	7,301
8	30	101	8,216
9	22	81	4,617
10	33	75	7,297
11	34	64	4,004
12	26	63	6,392
13	32	99	6,206
14	20	80	5,411
15	34	73	8,272
16	34	63	4,014
17	29	71	6,346
18	35	112	9,237
19	19	84	4,618
20	36	73	9,117
21	34	61	5,019
22	26	72	6,499
Rataan	$29,96 \pm 5,67$	$78,82 \pm 17,62$	$6,595 \pm 1,85$

Tabel 2. Hasil analisis korelasi

	Coefficients					
	Beta	Standardized Coefficients			F	Sig.
		Bootstrap (1000)		Df		
		Estimate of Std. Error				
SGPT	.052	.355	3	.022	.996	
SGOT	.932	.149	2	38.940	.000	

Dependent Variable: Pb

Selat Malaka dilaporkan bersumber pada lingkungan perariran yang tercemar. Kadar logam berat pada ikan-ikan sangat bervariasi sebagai akibat faktor ketahanan individu ikan dan migrasi ikan yang dinamis di perairan tersebut (Alina *et al.*, 2012)

Adanya korelasi antara aktivitas enzim *serum glutamic oxaloacetic transaminase* terhadap kadar Pb dalam plasma darah sapi bali asal TPA, mengindikasikan bahwa logam berat mengiritasi Pb berbagai jaringan tubuh selain hati. Hati merupakan organ pusat metabolisme bagi tubuh, sehingga umumnya keracunan (toksisitas) akan mengganggu fungsi hati terlebih dahulu dibandingkan organ lain. Mengingat SGOT juga dihasilkan oleh jaringan selain hati, maka merupakan indikasi bahwa logam berat Pb dapat menimbulkan gangguan patologi pada jantung, otot, ginjal, dan sel darah merah. Enzim yang mengekspresikan kejadian tersebut adalah enzim *aspartate aminotransferase* (AST). Enzim AST dilepaskan pada saat terjadi kerusakan sel-sel atau umumnya meningkat pada infeksi akut (Hegazy dan Fouad, 2015). Aktivitas SGOT dalam darah akan meningkat bila terjadi kerusakan dan iritasi sel-sel berinti, termasuk hati. Adanya korelasi kadar Pb dalam darah dengan enzim SGOT, menunjukkan bahwa logam berat Pb tidak hanya mengiritasi jaringan hati, tetapi seluruh sel-sel yang berinti dan sel darah merah.

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka logam berat timah hitam sangat membahayakan konsumen daging sapi bali di Denpasar khususnya, karena selain hati, jaringan otot atau daging merupakan bagian sapi bali terbesar yang dikonsumsi oleh masyarakat. Cemaran logam berat Pb dalam daging sapi yang tercemar, apabila dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan gangguan saraf pusat seperti sakit kepala dan degenerasi neuron (Toscano dan

Guilarte, 2005). Cemaran logam berat terutama air raksa (Hg) dan timah hitam (Pb) dalam tubuh manusia dilaporkan menyebabkan gangguan hati berupa degenerasi melemak dan peningkatan kadar *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah. Keadaan ini dapat menimbulkan stres oksidatif yang mempermudah kerusakan sel-sel tubuh (Gillis *et al.*, 2012).

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ditemukan logam berat timah hitam (Pb) dengan rata-rata kadar  $6,595 \pm 1,85$  ppm dalam plasma darah sapi bali yang dipelihara di TPA Denpasar. Terdapat hubungan yang nyata antara kadar Pb plasma darah sapi bali TPA dengan aktivitas enzim SGOT, karena semakin tinggi kadar Pb dalam darah semakin tinggi pula aktivitas enzim SGOT. Hasil ini menunjukkan bahwa logam berat Pb telah terdistribusi ke seluruh jaringan tubuh termasuk jaringan otot atau daging yang merupakan bagian terbesar dikonsumsi oleh masyarakat.

### SARAN

Perlu penelitian tentang distribusi logam berat Pb dalam berbagai jaringan sapi bali yang diangon di TPA, sehingga dapat diketahui proporsi persebaran logam berat tersebut dalam berbagai organ. Perlu penelitian lebih lanjut yang mengaitkan tentang sapi bali yang tercemar logam berat Pb dengan respons kekebalan (imunitas) terhadap penyakit infeksius penting pada sapi bali.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Dirjen Dikti Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan penelitian ini. Terimakasih pula kepada Pemerintah Kota Denpasar, Kepala Lab Analitik Unud, Kepala Lab Patologi FKH Unud dan Kepala BBVet Denpasar, atas bantuan fasilitas untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkhaliq A, Swaileh KM, Hussein RM, Matani M. 2012. Levels of metals (Cd, Pb, Cu and Fe) in cow's milk, dairy products and hen's eggs from the West Bank, Palestine. *International Food Res J* 19(3): 1089-1094
- Alina M, Azrina A, Yunus, MAS, Zakiuddin MS, Effendi MIH, Rizal MR. 2012. Heavy metals (mercury, arsenic, cadmium, plumbum) in selected marine fish and shellfish along the Straits of Malacca. *International Food Res J* 19(1): 135-140
- Apostoli P, Romeo L, De Matteis MC, Menegazzi, M, Faggionato G, Vettore L. 1988. Effects of lead on red blood cell membrane proteins. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 61(1): 71-75
- Cave M, Appana S, Patel M, Falkner KC, McClain CJ, Brock G. (2010). Polychlorinated biphenyls, lead, and mercury are associated with liver disease in American adults: NHANES 2003–2004. *Environmental Health Perspectives* 118(12): 1735-1742.
- Ekenma K, Anelon NJ, Ottah AA. 2014. Determination of the Presence and Concentration of Heavy Metal in Cattle Hides Singed in Nsukka Abattoir. *J of Vet Med and Anim Health* 17(1): 9-17
- Gillis BS, Arbieva Z, Gavin IM. 2012. Analysis of lead toxicity in human cells. *BMC Genomics* 2012, 13:344 <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/13/344>
- Handiwirawan E, Subandriyo. 2004. Potensi dan Keragaman Sumberdaya Genetik Sapi Bali. *Wartazoa* 14(3): 107-115
- Hegazy AMS, Fouad UA. 2015. Evaluation of Lead Hepatotoxicity; Histological, Histochemical and Ultrastructural Study. *Forensic Med and Anat Res* 2: 70-79
- Jie HAN, Xu RHE, Ying-qin HE, Jian-hong LI. 2009. Study on Accumulation Characteristics of Plumbum in Crucian Carp *Carassius auratus*. *J of Hydroecology* 01
- Jovanovic B, Mihaljev Z, Maletin S, Palic D. 2013. Assessment of heavy metal loadin chub liver (Cyprinidae – *Leuciscus cephalus*) from the Nišava River (Serbia). *Biologica Nyssana* 2(1): 51-58
- Kendran AAS, Damriyasa IM, Dharmawan NS, Ardana IBK, Anggreni LD. 2012. Profil Kimia Klinik Darah Sapi Bali. *J Veteriner* 13(4): 410-415
- Malhat F, Hagag M, Saber A, Fayz AE. 2012. Contamination of cows milk by heavy metal in Egypt. *Bull Environ Contam Toxicol* 88(4): 611-613
- Pilarczyk R, Wójcik J, Czerniak P, Sablik P, Pilarczyk B, Tomza-Marciniak A. 2013. Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from organic farm. *Environ Monit Assess* 185: 8383-8392
- 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.
- Toscano CD, Guilarte TR. 2005. Lead neurotoxicity: from exposure to molecular effects. *Brain Res Rev* 49(3): 529-554