

ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cd) PADA SAPI POTONG DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH PUTRI CEMPO SURAKARTA

¹Frans P Kafiari, ²Prabang Setyono dan ²Ari Ramelan Handono

¹Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Cenderawasih

²Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Kamp Wolker Perumnas III Waena Jayapura, Papua 99351

Abstrak

Keamanan pangan dari daging sapi yang digembalakan di lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang diduga dagingnya terkontaminasi logam berat dari bahan pakannya yaitu sampah di lokasi TPA, Pencemaran daging hewan ternak oleh logam berat dapat menimbulkan bahaya kesehatan pada manusia.

Penelitian lapangan dilakukan di TPA Sampah Putri Cempo, Dusun Jatirejo, Kelurahan Mojosoongo, Kecamatan Jebres Kota Surakarta, sementara pengujian kandungan logam Pb dan Cd dengan AAS dilakukan di Laboratorium Pusat MIPA UNS dan LPPT UGM Yogyakarta.

Hasil analisis laboratorium untuk kandungan Pb dalam darah sapi yang dikandangkan: sampel I <0,001 ppm, sampel II - V, 0,041 ppm, 0,229 ppm, 0,267 ppm dan 0,303 ppm. Untuk kandungan Cd dalam darah sapi yang dikandangkan, sampel I - IV <0,001 ppm, sampel V: 0,040 ppm, dari hasil diatas terlihat kandungan Pb dan Cd yang terkandung dalam darah pada sapi potong yang ditenak di TPA Sampah Putri Cempo sangat bervariasi dan masih dibawah batas kewajaran bila dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh BPOM yang menetapkan 1,0 ppm untuk Pb dan 0,3 ppm untuk Cd.

Kata Kunci : *Pangan, TPA, Logam Berat dan Kesehatan.*

Pendahuluan

Kajian keamanan pangan adalah sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari ketahanan pangan suatu masyarakat. Secara lebih spesifik permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana kandungan toksik logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sapi yang dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Putri Cempo Surakarta, Masalah keamanan pangan asal ternak dari TPA yang direpresentasikan oleh sapi potong dari TPA Sampah Surakarta tersebut tidak bisa diselesaikan dengan cara mengeluarkan semua ternak dari tempat tersebut. Budidaya ternak di TPA tersebut sudah menjadi mata pencaha-

rian yang menguntungkan bagi masyarakat sekitar lokasi TPA. Di samping itu pelarangan penggembalaan ternak di lokasi TPA juga berarti mengancam keberadaan TPA, karena masyarakat sekitar akan merasa tidak memperoleh manfaat apa-apa dari keberadaan TPA di lingkungan mereka. Oleh karena itu sangat dibutuhkan adanya solusi lain yang dapat mengurangi bahaya keamanan daging sapi yang dihasilkan dari TPA tersebut.

Berdasarkan Undang-Undang No. 18 tahun 2012 tentang Pangan, antara lain mengatur tentang keamanan pangan, menyatakan bahwa kondisi dan upaya yang diperlukan mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia.

Email : franspither@gmail.com

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa TPA sampah Putri Cempo Mojosongo Surakarta telah dimanfaatkan sebagai tempat penggembalaan sapi potong. Kegiatan penggembalaan sapi di TPA sampah dapat memberikan keuntungan yakni dapat memanfaatkan barang yang sudah tidak berguna (sampah organik) menjadi produk yang lebih bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomis tinggi yakni daging sapi yang merupakan sumber protein hewani serta dapat meningkatkan pendapatan peternak melalui kepemilikan sapi potong. Tetapi disisi lain keamanan pangan dari daging sapi yang digembalakan di lokasi TPA sampah diragukan, karena dicurigai terkontaminasi logam berat. TPA sebagai tempat pembuangan berbagai macam sampah (terutama sampah anorganik) yang kemungkinan mengandung logam berat, sehingga apabila dikonsumsi oleh sapi akan terakumulasi di dalam tubuh (daging) sapi yang pada konsentrasi yang tinggi (melebihi ambang batas) akan membahayakan konsumen yang mengkonsumsi daging sapi tersebut (Sudiyono, 2011)

Sumber pakan sapi yang dipelihara di TPA sampah Putri Cempo adalah campuran sampah yang banyak mengandung berbagai macam bahan-bahan yang kemungkinan bersifat toksik. Sampah tersebut akan masuk ke dalam tubuh sapi melalui pakan yang dikonsumsi oleh sapi dan terdistribusi ke seluruh bagian tubuh sapi. Dengan demikian sapi yang mengkonsumsi pakan sampah tersebut memiliki risiko tinggi terpapar bahan toksik. Salah satu bahan toksik berpotensi menjadi faktor risiko adalah logam timbal (Wardhayani 2006).

Pencemaran daging hewan ternak oleh logam berat dapat menimbulkan bahaya kesehatan pada manusia. Efek gangguan logam berat terhadap kesehatan manusia tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh keracunan logam berat adalah anemia, gangguan pada berbagai organ tubuh dan penurunan kecerdasan.

Sampah yang ada di TPA sampah Putri Cempo merupakan sampah anorganik dan sampah organik yang tidak dipisahkan dalam proses pembuangannya. Jumlah sapi potong yang dipelihara di TPA sampah

Putri Cempo sekitar 1000 ekor. Pakan ternak sapi adalah sampah, baik sampah lama yang sudah bercampur tanah maupun sampah yang baru saja diturunkan dari truk sampah, dan air minumannya adalah air lindi (*leachete*) yang terdapat di lokasi TPA sampah yang merupakan campuran sampah organik dengan sampah anorganik dan sampah-sampah tersebut berasal dari berbagai sumber sampah.

Kandungan timbal dan Kadmium dalam jaringan dan cairan tubuh sapi akan meningkat setelah timbal dan Kadmium yang ada pada sampah sebagai bahan pakan masuk ke dalam tubuhnya tubuh sapi melalui pakan yang di makan, dan dalam jangka waktu yang lama. Toksisitas logam pada hewan komersial biasanya berpengaruh terhadap produksi, juga menimbulkan residu logam dalam tubuh ternak. Sapi yang makan sampah dan tercemar bahan toksik Timbal dan Kadmium, akan mengakumulasi Timbal dan Kadmium. Jika sapi tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai sumber pangan manusia, maka manusia yang mengkonsumsi bahan pangan tersebut kemungkinan juga akan mengakumulasi Timbal dan Kadmium, akhirnya akan mengalami gangguan kesehatan (McDowell, 1992)

Perjalanan Zat Kimia (Pb dan Cd) dalam tubuh Hewan dan Manusia diawali dari masuknya zat tersebut kedalam tubuh melalui intravaskuler atau ekstrasvaskuler, selanjutnya zat masuk melalui sirkulasi sistemik dan didistribusikan keseluruh tubuh. Proses distribusi memungkinkan zat atau metabolitnya sampai pada tempat kerjanya (reseptor). Zat kimia (Pb dan Cd) di tempat kerjanya atau reseptornya berinteraksi dan dampaknya mungkin menimbulkan efek, interaksi dari zat kimia (Pb dan Cd) atau metabolitnya yang berlebihan dapat menghasilkan efek toksik (Priyanto, 2010)

Dosis keracunan Pb pada sapi adalah 400-600 mg/kg (dosis tunggal) dan 600-800 mg/kg pada sapi dewasa, tetapi hal ini tergantung pada bentuk senyawa Pb, keracunan kronis terjadi pada hewan yang memakan pakan/rumput mengandung 390 mg/kg sejumlah 2,5%-nya dari berat badan per hari. Misalnya sapi dengan berat 400 kg, memakan 9 mg/kg, padahal dosis keracunan 6-7 mg/kg/hari. Sementara keracunan akut Cd terjadi jika ternak termakan/

terminum bahan yang tercemar Cd dengan dosis 350 mg, pada manusia terjadi setelah Cd terakumulasi dalam ginjal sampai dalam jumlah 50 µg/g berat basah dan terlihat pada umur sekitar 50 tahun (Darmono, 1995).

Daging, unggas dan ikan mempunyai kadar Cd yang relatif rendah, sedangkan kadar dalam hati dan ginjal dan kerang-kerangan jauh lebih tinggi, manusia dapat terpajan terhadap Cd melalui asap rokok, bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan Pb adalah makanan yang biasa menyumbang 100 – 300 µg per hari (Lu, 2010)

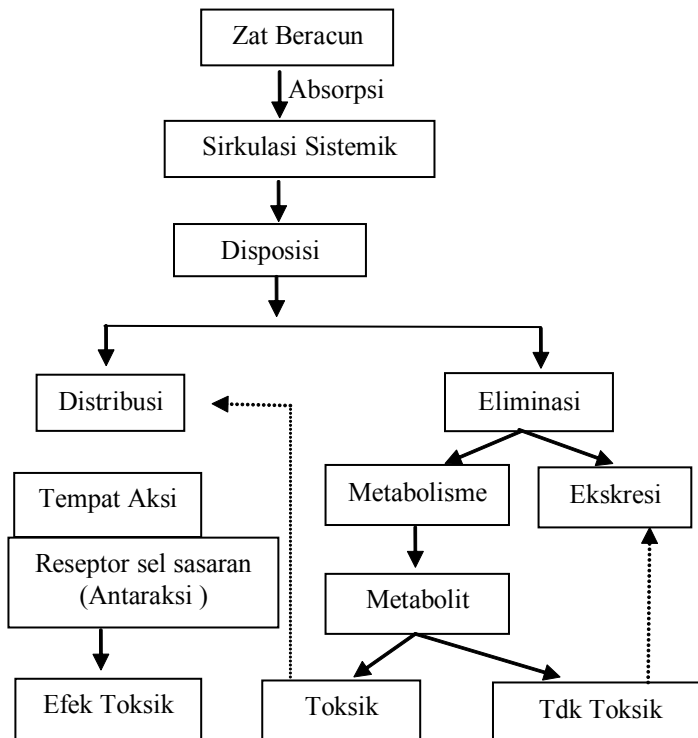
Jadi penentu ketoksikan suatu zat kimia adalah sampainya zat kimia (Pb dan Cd) utuh atau metabolit aktifnya di sel sasaran dalam jumlah yang berlebihan, pada sisi lain zat kimia dapat mengalami metabolisme menjadi senyawa non aktif dan diekskresikan (eliminasi) yang dapat mengurangi sampainya atau jumlah zat kimia dalam sel sasarannya. Dengan demikian timbulah efek toksik yang dipengaruhi juga oleh selisih antara absorpsi dan distribusi dengan eliminasinya. Dengan

demikian toksitas suatu zat sangat ditentukan oleh Absorpsi, Distribusi, Metabolisme, dan Ekskresi (ADME).

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *observasional*, dengan desain studi *Cross sectional*. Dalam penelitian *Cross sectional* peneliti mencari hubungan antara variabel bebas (faktor risiko) dengan variabel tergantung (efek), dengan melakukan pengukuran sesaat, tidak semua subyek harus diperiksa pada hari ataupun saat yang sama. Faktor risiko serta efek diukur menurut keadaan atau statusnya pada waktu observasi, jadi tidak ada tindak lanjut (*follow up*).

Kandungan Timbal dan Kadmium (Cd) dalam darah sapi potong dengan pemeriksaan laboratorium dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Pengumpulan sampel darah sapi berasal dari TPA Putri Cempo Surakarta, Pengujian kandungan logam berat pada sampel darah sapi, Setelah sampel terkumpul dilakukan pengujian kandungan logam berat Pb an Cd dengan prosedur kerja sebagai



Gambar 1. Nasib zat kimia (Pb dan Cd) dalam tubuh hewan dan manusia

berikut :

Masing-masing sampel dipisahkan dan diberi label, Analisis kandungan Pb dan Cd yaitu masing-masing sampel yang telah diberi kode dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 5 ml setiap sampelnya. Tahapan ekstraksi yaitu 5 ml sampel darah ditambahkan 10 ml HNO₃ (asam nitrat) dan 5 ml H₂SO₄, kemudian destruksi diatas hot plate dalam lemari asam selama 2-3 jam dengan suhu 115°C. Disaring dengan kertas whatman 41, filtrat dimasukkan ke dalam labu volumetrik kemudian ditambahkan aquades 10 ml lalu pindahkan ke dalam tabung reaksi dan diukur kandungan Pb dan Cd dengan AAS

Sampel diatomisasi pada alat atomizer melalui nyala api dengan bahan bakar asetilen murni. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*) yang mengandung unsur yang ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya, dengan panjang gelombang untuk Pb 283,3 nm dan Kadmium (Cd) adalah 228,8 nm (Khopkar, 2010, Bassett, dkk, 1994; BSN, 2009; BSN, 2004).

Lokasi Penelitian

Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Putri Cempo, Dusun Jatirejo, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang berupa Hasil Analisis kandungan Pb dan Cd di Laboratorium Pusat MIPA UNS dan LPPT UGM Yogyakarta, sementara data Sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti hasil penelitian terdahulu, hasil studi pustaka, laporan serta dokumen dari berbagai instansi yang berhubungan dengan topik yang diteliti.

Hasil dan Pembahasan

Dari berbagai kenyataan yang ada dilapangan, khususnya di Surakarta, TPA sampah perkotaan yang umum digunakan adalah sistem pembuangan terbuka (*open dumping*), dimana sistem ini kurang memperhatikan aspek perlindungan ling-

kungan. Di samping bertambahnya jumlah penduduk di Kota Surakarta yang berarti pula bertambahnya jumlah sampah di kota tersebut. Selain keberadaan pemulung, di TPA juga terdapat sekumpulan sapi milik peternak setempat yang jumlahnya diperkirakan mencapai 1000 ekor yang memakan sampah organik. Volume makan sehari-hari sapi diperkirakan 10% dari total bobot badannya, sehingga dengan rata-rata berat badan sapi antara 300 sampai 350 kilogram per ekor, maka ada sekitar 30 hingga 35 ton sampah organik dikonsumsi sapi tiap harinya atau sekitar 900 ton per bulan.

Hasil Penelitian di Laboratorium

Hasil Pemeriksaan Kadar Timbal dan Kadmium dalam sampel darah sapi yang ditenak selama 24 jam di kandang (dikandangan) (tabel 1 dan 2).

Timbal yang masuk ke dalam tubuh tidak semua dapat tinggal di dalam tubuh, kira-kira 5% -10% dari jumlah yang tertelan akan diadsorpsi oleh saluran pencernaan dan sekitar 5% dari 30% yang terserap lewat pernafasan akan tertinggal di dalam tubuh. Timbal yang tertinggal di dalam tubuh akan menggumpal terutama di skeleton (90-95%). Untuk menentukan seseorang keracunan timbal dilakukan analisis kandungan timbal dalam darah (Fardiaz, 1992), selama dalam darah timbal 90% terikat pada sel darah merah, akibatnya sintesis hemoglobin terhambat, karena dapat menghalangi enzim aminolaevulinic acid dehidratase (ALAD) untuk proses sintesa tersebut, dan anemia biasa bisa terjadi dan umur sel darah merah lebih pendek. Terhadap syaraf mengakibatkan menurunnya kecepatan konduksi syaraf (Malaka, 1994).

Sampah yang dibuang di TPA Putri Cempo sebagian besar adalah sampah basah, dimana sampah ini banyak mengandung zat-zat organik, dan merupakan sampah campuran dari segala kegiatan baik dari domestik, pasar dan umum, pola makan sapi di TPA yang memilih sampah hijau, kalau sampah hijau habis baru mengais sampah yang ada sampah hijaunya dan menjilat sampah anorganik yang sudah bercampur tanah. Sapi-sapi yang digembalakan di TPA sampah Putri Cempo dengan harapan dapat memanfaatkan sampah organik, sehingga memperkecil biaya (Kafiar, dkk. 2013).

Menurut hasil analisis laborato-

rium yang dilakukan oleh Sudiyono, dkk (2010), sampah organik yang dibuang di TPA "Putri Cempo" Mojosongo seperti terlihat pada tabel 3. Dari hasil analisis laboratorium terlihat bahwa kandungan protein sampah organik berkisar antara 10,00 – 12,79%. Kandungan ini lebih tinggi dari hijauan dari jenis rumput-rumputan, seperti rumput lapangan dengan PK 6,7% dan SK 34,2%, rumput Gajah PK 9,6% dan SK 32,7%, maupun hijauan dari limbah pertanian seperti jerami padi dengan PK 4,5%, SK 35,5%, pucuk tebu PK 4,9% dan SK

33,5%, jerami jagung PK 9,3% dan SK 25,6%,.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa jenis sampah anorganik yang dominan adalah plastik, kertas, kain, karet dan gelas (gambar 2). di Indonesia komponen sampah anorganik yang dominan adalah kertas, plastik, logam, karet, tekstil, dan kaca/gelas. Dari tiga jenis yang paling dominan tersebut (plastik, kertas dan kain) sangat potensial sebagai pencemar logam Pb. Seperti diketahui bahwa Pb merupakan salah satu komponen bahan pembuatan

Tabel 1. Hasil uji kandungan pb dalam sampel darah sapi yang dikandangkan

Organ	Sapi	Umur Sapi (Tahun)	Kadar Pb (ppm)	Standart MRL	
				BPOM (ppm)	WHO (ppm)
Darah	I	1,5	<0,001	1.0	0.10
	II	2	0,041	1.0	0.10
	III	3	0,229	1.0	0.10
	IV	4	0,267	1.0	0.10
	V	8	0,303	1.0	0.10

Sumber : Hasil analisis di Lab Pusat MIPA UNS, 2013.

Keterangan :

ppm = part per million = mg/kg

MRL = Maksimum Residu Limit

BPOM = Badan Pengawas Obat dan Makanan

WHO = Word Health Organisation

Tabel 2. Hasil uji kandungan Cd dalam sampel darah sapi yang dikandangkan

Organ	Sapi	Umur Sapi (Tahun)	K a d a r Cd (ppm)	Standart MRL	
				BPOM (ppm)	WHO (ppm)
Darah	I	1,5	<0,001	0,3	0,15 - 0,50
	II	2	<0,001	0,3	0,15 - 0,50
	III	3	<0,001	0,3	0,15 - 0,50
	IV	4	<0,001	0,3	0,15 - 0,50
	V	8	0,040	0,3	0,15 - 0,50

Sumber : Hasil analisis di Lab Pusat MIPA UNS, 2013.

Keterangan :

ppm = part per million = mg/kg

MRL = Maksimum Residu Limit

BPOM = Badan Pengawas Obat dan Makanan

WHO = Word Health Organisation

plastik, tinta pada kertas koran dan zat pewarna pada kain (Sudiyono, dkk, 2010). Hasil analisis laboratorium, kandungan Timbal dalam sampel darah sapi yang dikandangkan selama dua puluh empat jam masing-masing: sampel I <0,001, sementara untuk sampel II sampai dengan V, masing -masing : 0,041 ppm, 0,229 ppm, 0,267 ppm dan 0,303 ppm (tabel 1), timbal masuk ke dalam tubuh melalui rantai makanan, dan akan terserap kedalam aliran darah, kemudian timbal akan keluar lagi dari tubuh melalui feses dan urin sisanya tersimpan dalam tubuh terutama pada bagian tulang dan gigi. Pengaruh bagi kesehatan adalah mempengaruhi hampir setiap organ dan sistem dalam tubuh termasuk saluran gastrointestinal, sistem hematopoi-

Kadmium beredar dalam sel darah merah atau terikat albumin dalam plasma. Dalam hati itu mungkin menginduksi dan mengikat MT, kompleks ini dilepaskan perlahan-lahan ke dalam sirkulasi dan kemudian terakumulasi dalam ginjal. Hal ini juga dapat disimpan dalam tulang, pankreas, adrenal, plasenta, hati dan ginjal. Banyak penelitian menunjukkan bahwa kadmium melintasi membran berbagai memanfaatkan lainnya transportasi mekanisme elemen (Martelli, dkk, 2006.). Setelah kadmium inhalasi terakumulasi di olfactory bulb (Sunderman, 2001), dan diparu-paru di mana tidak seperti logam berat lain dapat menembus sel-sel alveolar dan memasuki aliran darah (Bressler et al., 2004).

Tabel 3. Presentase kandungan nutrisi sampah organik TPA Putri Cempo

Sumber sampah	BK	Presentase berdasarkan BK					BETN	
		PK	LK	SK	Abu	Ca	P	
Domestik	34,01	10,00	7,05	19,24	23,09	2,827	0,153	40,62
Pasar	26,86	12,79	4,05	22,20	24,33	3,322	0,232	36,63
Umum	30,47	11,72	7,94	18,42	21,73	4,346	0,205	40,19

Sumber :Sudiyono, 2010

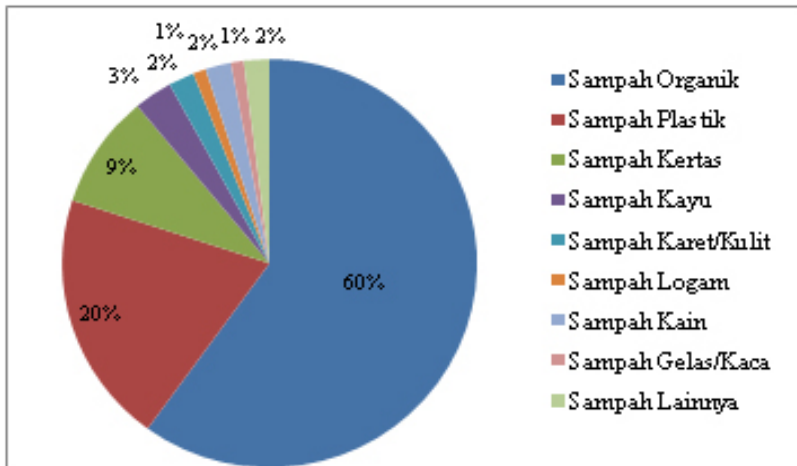
Keterangan :

BK : Bahan Kering PK : Protein Kasar
LK : Lemak Kasar SK : Serat Kasar
Ca : Kalsium
P : Phospor
BETN : Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen

etik (kelenjar pembentuk darah), sistem kardiovaskuler, sistem syaraf pusat dan perifer, ginjal, sistem kekebalan dan sistem reproduksi. Akibat timbal bagi ibu hamil dengan kadar tinggi dapat menyebabkan kelahiran premature dan bobot bayi lebih. Hasil analisis laboratorium, kandungan kadmium dalam sampel darah sapi yang dikandangkan selama dua puluh empat jam masing-masing untuk sampel I dengan IV <0,001 ppm, sampel V: 0,040 ppm (tabel 2). Dari hasil diatas, terlihat bahwa kandungan kadmium darah pada sapi potong yang di gembalakan di TPA Sampah Putri Cempo sangat bervariasi, dan bila dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh BPOM yang menetapkan 0,3 ppm untuk kadmium.

Hasil Penelitian yang dilakukan oleh Sudiyono, (2010) menyimpulkan : Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Putri Cempo Mojosoongo Surakarta memiliki potensial yang cukup besar sebagai sarana penggembalaan ternak sapi potong, hal ini di mungkinkan karena hasil pengamatan langsung dilokasi TPA Sampah, jumlah sampah organik yang dibuang ke TPA secara kuantitatif cukup besar dan cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai pakan sapi potong.

Untuk mencegah hal-hal tersebut diatas, perlu dilakukan usaha-usaha yang dapat mencegah terjadinya keracunan logam berat ini dengan berbagai tindakan menurut Russel (1979), antara lain : Hewan ternak harus dikarantinakan apabila



Gambar 2 Diagram presentase karekteristik sampah yang di buang di TPA

terjadi suatu kasus pencemaran lingkungan didaerah peternakan tersebut.

Daerah-daerah, seperti daerah pertambangan, dan Industri serta TPA sebaiknya tidak dijadikan sebagai tempat usaha peternakan. Mencegah terjadinya kontaminasi air sungai dan danau oleh logam berat hasil buangan dari pabrik atau sampah industri.

Untuk mencegah terjadinya keracunan akibat mengkonsumsi rumput pakan ternak yang tercemar, perlu dikembangkan pabrik-pabrik pengolahan pakan ternak yang memproduksi protein suplemen.

Mengontrol makanan produk hewani untuk mencegah terjadinya keracunan pada manusia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI, Nomor HK.00.06.1.52.4011. Tentang Penetapan Batas Maksimum Cemar Mikroba dan Kimia dalam Makanan dapat disimpulkan :

Ternak sapi yang di pelihara di TPA Sampah Putri Cempo, Dusun Jatirejo, Kelurahan Mojosongo, Kota Surakarta telah terpapar logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) tetapi masih di bawah ambang batas yang disyaratkan.

Ternak sapi potong yang dikandangan, kadar logam beratnya (Pb dan Cd) lebih rendah.

Direkomendasikan untuk ternak sapi potong yang ada di TPA Putri Cempo dikand

dangkan, dan pakan ternaknya disiapkan/disediakan oleh pemilik ternak

)* Penulis adalah penerima Beasiswa dari Bakrie Graduate Fellowship Tahun 2012.

Daftar Pustaka

- Badan Pengawas. Obat dan Makanan, 2009. Penetapan Batas Cemar Mikroba dan Kimia dalam Makanan
- Badan Standarisasi Nasional, 2004. Standar Nasional Indonesia 06-6989.16-2004 Tentang Cara Uji Kadmium (Cd) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)-Nyala. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2009. Standar Nasional Indonesia 6989.8:2009 Tentang Cara Uji Timbal (Pb) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)-Nyala. Jakarta.
- Bassett, J., Denney, R.C., Jeffrey, G.H., and Mendham, J. 1994. Vogel : Buku Ajar Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik, Alih Bahasa: Pudjaatmaka dan Setiono. L. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Darmono, 1995. Logam Dalam Sistem

- Biologi Mahluk Hidup. UI Pres. Jakarta
- Fardiaz, S. 1995. Polusi Air dan Udara, Penerbit Kanisius, Yogyakarta,
- Kafiari, F.P., Ramelan, A.H., Setyono, P. And Sukrorini, T. 2013. *Toxic Chemical Pollutan Risk Analysis of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) on Livestock Cattle at the end of the Garbage Disposal Putri Cempo Surakarta. 1st International Conference on Sustainable Agriculture and Environment*, Solo: 26 s.d 28 Juni 2013.
- Khopkar, S.M. 2010. Konsep Dasar Kimia Analitik. UI-Press Jakarta.
- Lu, Frank. C. Toksikologi Dasar, Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Penerjemah Edi Nugroho. UI Pres. Jakarta
- Malaka, Tan. 1994. *Biomonitoring Proceeding Simposium Pantauan Biologik dalam Proteksi Kesehatan Tenaga Kerja*. Kedokteran UI. EGC. Jakarta.
- Martelli A, Rousselet E, Dycke C, Bouron A, Moulis J-M. 2006. *Cd toxicity in animal cells by interference with essential metals Biochemie* 88: 1807-1814
- McDowell LR. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*, Academic Press, New York
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009. Tentang Penetapan Batas Maksimum Cemarkan Mikroba dan Kimia dalam Makanan.
- Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2013 Tentang Pemberdayaan Peternak.
- Peraza, M.A., Ayala-Fierro, F., Barber, D.S., Casarez, E., Rael, L.T., 1998, *Effects of micronutrients on metal toxicity. Environ Health Perspect* 106, 203-216
- Priyanto, 2010. Toksikologi. Mekanisme, Terapi Antidotum, dan Penilaian Resiko. Leskonfi. Jawa Barat
- Russel, Leon H. 1979. *Heavy Metals in Food of Animal Origin*. Dalam : Toxicity of Heavy Metals in The Environment. Ed. Frederick W. Oehme. Part I. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sudiyono. 2011. Upaya Eliminasi Residu Logam Berat pada Sapi Potong yang berasal dari Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah dengan Pemeliharaan secara Konvensional. Sains Peternakan. Vol.9(1),1-7. ISSN 1693-8828.
- Sudiyono, Handayanta, E. 2010. Studi Potensi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) "Putri Cempo" Surakarta sebagai Sumber Pakan Sapi. Caraka Tani XXV No.1 Maret 2010.
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan
- WHO. 2000. Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan, Alih Bahasa : Palupi Widayastuti, Editor Edisi Bahasa Indonesia : Monica Ester. Jakarta.