



PENJERAPAN TIMBAL (Pb) PADA HATI SAPI MENGGUNAKAN DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.) (Studi Kasus di TPA JATIBARANG)

Ansa Ikrar Trisdihar[✉], Nur Kusuma Dewi

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunungpati Semarang Indonesia 50229

Info Artikel

Diterima: Februari 2015
Disetujui: April 2015
Dipublikasikan Mei 2015

Keywords:

lead reduction, liver cows,
guava leaf

Abstrak

Sapi yang digembalakan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang Semarang terkontaminasi timbal (Pb) pada organ hatinya. Upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar Pb pada hati sapi dengan cara merebus hati sapi bersama-sama dengan daun jambu biji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan daun jambu biji dalam menyerap timbal yang ada pada hati sapi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan pola faktorial menggunakan satu faktor yaitu variasi banyaknya daun jambu biji 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Parameter yang diamati adalah penyerapan Pb yang ditunjukkan dengan adanya penurunan kadar Pb pada hati sapi. Data dianalisis menggunakan Anava satu arah yang kemudian dilanjutkan dengan uji LSD. Hasil Anava satu arah menunjukkan bahwa variasi perlakuan banyaknya daun jambu biji yang digunakan dalam perebusan hati sapi berpengaruh terhadap penurunan kadar Pb pada hati sapi. Penyerapan Pb pada hati sapi secara optimal terdapat pada perlakuan menggunakan daun jambu biji sebanyak 250 gr atau setara dengan 85 lembar daun pada perlakuan 50% dengan rata-rata penurunan Pb sebesar 0,012 mg/Kg. Penyerapan Pb oleh daun jambu biji dapat terjadi karena daun jambu biji bertindak sebagai adsorben yang mampu menyerap timbal sehingga kadar Pb pada hati sapi dapat menurun

Abstract

Cows grazing in the final disposal (landfill) Jatibarang Semarang contaminated with lead (Pb) in the liver organ. Efforts should be made to reduce levels of Pb in liver by boiling cow liver together with guava leaves. This research aimed to determine the ability of guava leaves in absorbing of lead in the cow liver. This research used a completely randomized design with one factorial using a variation of the many factors that guava leaves 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. Parameters observed were the adsorption of Pb indicated by the decreasing of Pb levels in beef liver in each of the various treatments. Data were analyzed using one-way Anova followed by LSD test. The results of one-way Anova showed that the treatment of various guava leaves used in boiling of beef liver effect on decreasing levels of Pb in beef liver. Adsorption Pb at the heart of the cow was optimal there are in treatment use leaves as many as 250 gr guava or equivalent to 85 pieces of leaves on the decline in treatment with an average 50% of Pb 0.012 mg/Kg. Lead adsorption by guava leaves can occur because of guava leaves act as an adsorbent that is able to adsorb lead to Pb in cow liver can be decreased.

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi merupakan salah satu penyebab semakin terbatasnya lahan penggembalaan di daerah perkotaan. Menurut Dwiloka & Rianto (2006), hal ini menjadi salah satu kendala besar bagi usaha peternakan sapi di daerah perkotaan. Dalam upaya mengatasi hal ini, para peternak di perkotaan antara lain menggembalakan sapi di tempat pembuangan sampah.

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. Tetapi di sisi lain keamanan pangan dari daging sapi yang digembalakan di lokasi TPA sampah diragukan, karena dicurigai terkontaminasi logam berat (Sudiyono, 2011).

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa sapi yang makan sampah di TPA Jatibarang tercemar timbal sebesar 0,987 mg/Kg. Hasil ini masih di bawah ambang batas yang ditetapkan menurut standar SNI No. 7387 tahun 2009, bahwa batas cemaran logam berat dalam pangan jeroan sapi sebesar 1,00 mg/Kg. Namun demikian kandungan Pb dalam jumlah yang sekecil apapun sesungguhnya tidak layak untuk dikonsumsi karena sifatnya yang bioakumulatif dan biomagnifikasi. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengikat Pb yang terakumulasi pada hati sapi tersebut agar hati sapi terbebas dari logam berat tersebut agar aman untuk dikonsumsi.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat adalah dengan penyerapan (adsorpsi). Adsorpsi adalah proses penyerapan zat oleh zat lain (adsorben). Berdasarkan penelitian Dwiloka & Rianto (2006) bahwa daun kumis kucing yang direbus bersama-sama dengan hati sapi mampu menurunkan kadar timbal pada hati sapi. Kandungan tannin pada daun kumis kucing diduga berperan dalam penurunan kadar logam berat, maka dapat dilakukan penelitian terhadap

tanaman lain yang mempunyai kandungan senyawa tannin dan bisa dijadikan sebagai alternatif bahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat. Salah satu tanaman yang memiliki kandungan senyawa tannin adalah daun jambu biji. Menurut Sukardi *et al.* (2007), daun jambu biji (*Psidi folium*) banyak mengandung bahan aktif, antara lain: kuersetin, guayaverin, leukosianidin, minyak atsiri, asam malat, damar, asam oksalat, dan tannin 9-12%.

Berdasarkan penelitian Varma (2010), daun jambu biji dapat digunakan dalam biosorpsi logam berat. Proses biosorpsi dapat digunakan sebagai alternatif dalam menurunkan kadar logam berat. Hal ini dapat digunakan sebagai acuan bahwa daun jambu biji diharapkan juga dapat menurunkan kandungan logam yang ada pada hati sapi.

Perebusan hati sapi bersama-sama dengan daun jambu biji diduga mampu menurunkan kadar timbal. Hal ini sesuai dengan uji pendahuluan yang telah dilakukan yakni kadar timbal pada hati sapi segar sebesar 0,987 mg/Kg, setelah mengalami proses perebusan bersama-sama dengan daun jambu biji sebanyak 125 gram, kadar timbal pada hati sapi menurun sehingga tinggal 0,396 mg/Kg. Dengan demikian daun jambu biji mampu menyerap timbal pada hati sapi sebesar 0,591 mg/Kg.

Senyawa fenolik yang ada pada daun jambu biji antara lain flavonoid dan tannin. Sifat senyawa fenolik sebagai agen pengkelat logam mampu mereduksi suatu ion logam. Komponen organik dapat berfungsi sebagai agen pengkelat logam karena adanya gugus karboksil dan dua gugus hidroksil yang berdekatan bereaksi dengan ion logam membentuk suatu kompleks yang stabil (Rorong *et al.*, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan daun jambu biji dalam menyerap Pb pada hati sapi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial yang terdiri dari satu faktor yaitu persentase daun jambu biji 0%,

10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Waktu perebusan yang digunakan pada penelitian ini yakni selama 60 menit dengan harapan mampu menunjukkan konsentrasi efektif terhadap penurunan kadar timbal pada hati sapi. Perebusan 60 menit dengan rincian 40 menit perebusan dengan air kemudian 20 menit setelahnya daun jambu biji baru dimasukkan. Penetapan waktu perebusan pada penelitian ini berdasarkan penelitian Sukardi (2007) bahwa waktu optimal ekstraksi senyawa tannin pada daun jambu biji selama 20 menit.

Pada percobaan ini terdapat tujuh kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan pada setiap perlakuan. Sampel segar tanpa perlakuan juga dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Total sampel yang diperlukan pada penelitian sejumlah $7 \times 3 = 21$ sampel hati sapi. Parameter yang diamati yaitu pengukuran kadar timbal dalam hati sapi dan daun jambu biji serta pH pada hati sapi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Uji Anova satu jalan kemudian dilanjutkan dengan Uji LSD dengan taraf signifikansi 95% menggunakan bantuan program SPSS ver.16.

Lokasi pengambilan sampel hati sapi dari TPA Jatibarang untuk penelitian ini adalah dari rumah pemotongan hewan di Mijen. Sampel daun jambu biji diperoleh dari Desa Glantengan Kabupaten Kudus. Lokasi pelaksanaan penelitian di Desa Glantengan Kabupaten Kudus. Untuk analisis kadar Pb menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)* pada sampel hati sapi dan daun jambu biji, dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa

Tengah.

Tahap perlakuan pada penelitian yang dilakukan yakni mencuci bersih hati sapi dan dipotong masing-masing 100 gram. Kemudian menimbang daun jambu biji berdasarkan variasi perlakuan banyaknya daun jambu biji yang digunakan pada perebusan hati sapi yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Daun jambu biji yang sudah ditimbang dipotong kecil. Setelah itu merebus akuades sebanyak 500 ml dengan suhu 100°C. Hati sapi direbus selama 40 menit kemudian ditambahkan daun jambu biji berdasarkan variasi perlakuan dan dilanjutkan perebusan selama 20 menit. Selanjutnya hati sapi diambil dan dikering anginkan serta ditempatkan dalam wadah sampel untuk kemudian dianalisis kadar timbalnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total akumulasi Pb pada hati sapi setelah direbus dengan daun jambu biji dengan pemberian variasi perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil analisis di atas, kadar Pb pada hati sapi segar yakni 1,035 mg/Kg. Jumlah ini melebihi batas maksimum yang diperbolehkan berdasarkan SNI No. 7387 tahun 2009 yaitu 1,00 ppm. Penurunan terbesar kadar Pb hati sapi terdapat pada perlakuan variasi dengan daun jambu biji 50% yakni 0,012 mg/Kg, sedangkan penurunan terkecil kadar Pb hati sapi terdapat pada variasi perlakuan dengan 0% daun jambu biji rata-rata kadar Pbnya 0,871 mg/Kg.

Tabel 1. Rata-rata kadar timbal pada hati sapi

No.	Sampel	Ulangan			Total akumulasi Pb (mg/Kg)	Rata-rata akumulasi Pb (mg/Kg)
		I	II	III		
1	Segar	1,091	0,941	1,074	3,106	1,035
2	Rebus + 0% JB	0,918	0,791	0,903	2,612	0,871
3	Rebus + 10% JB	0,741	0,638	0,73	2,109	0,703
4	Rebus + 20% JB	0,563	0,483	0,555	1,601	0,534
5	Rebus + 30% JB	0,383	0,327	0,377	1,087	0,362
6	Rebus + 40% JB	0,2	0,169	0,196	0,565	0,188
7	Rebus + 50% JB	0,015	0,009	0,013	0,037	0,012

Timbal diduga masuk kedalam tubuh dan terakumulasi di hati. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (2008) bahwa 5-10% Pb yang masuk melalui makanan akan terserap oleh tubuh dan 15% dari jumlah yang terserap itu akan mengendap di jaringan tubuh. Adanya akumulasi Pb pada jaringan tubuh sapi diduga akibat dari cemaran sumber pakan yang dikonsumsi oleh sapi. Sebagaimana dikatakan oleh Bahri *et al.* (2006) bahwa keberadaan logam dalam jaringan ternak terutama disebabkan oleh cemaran pada pakan maupun air minum sehingga menimbulkan residu dalam jaringan ternak.

Kontaminasi Pb yang ada pada tubuh sapi lebih dimungkinkan melalui sistem pencernaan karena sapi yang digembalakan di TPA Jatibarang mengkonsumsi sampah. Sampah organik maupun non-organik yang bercampur dijadikan sebagai sumber utama pakan berasal dari TPA yang tercemar timbal. Sesuai penelitian Dwiloka & Rianto (2006) bahwa rata-rata kandungan timbal pada sampah di TPA Jatibarang Semarang, yakni sebesar 18,207 ppm berat kering. Wardayani, *et al.* (2006) juga menyatakan bahwa sampah yang ada di TPA Jatibarang mengandung timbal. Sampah baru mengandung kadar Pb berturut-turut 0,42 mg/L, 1,48 mg/L dan 1,63 mg/L. Sementara sampah lama mengandung kadar Pb yang lebih besar daripada sampah baru berturut-turut 17,09 mg/L, 14,98 mg/L, dan 13,98 mg/L. Terdapatnya kandungan Pb pada sampah TPA yang dijadikan sebagai sumber utama pakan,

termakan oleh sapi sehingga terakumulasi di dalam tubuhnya.

Rata-rata akumulasi Pb pada hati sapi segar melebihi ambang batas maksimum yang diperbolehkan berdasarkan SNI No. 7387 tahun 2009. Kadar Pb pada hati sapi mengalami penurunan setelah direbus bersama-sama dengan daun jambu biji. Perebusan hati sapi bersama-sama dengan daun jambu biji, terbukti mampu menurunkan kadar Pb pada hati sapi.

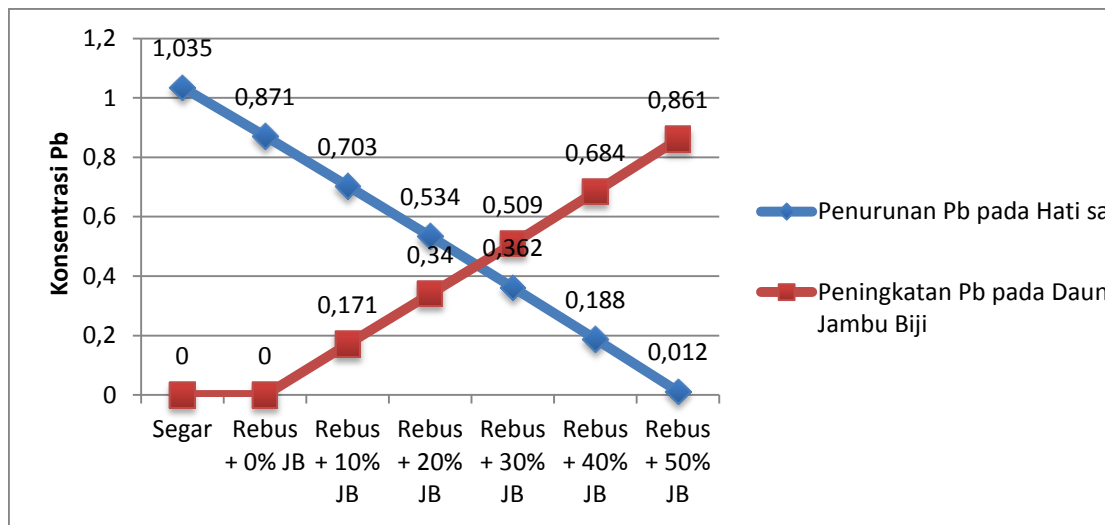
Penurunan kadar Pb pada hati sapi terjadi karena Pb yang ada pada hati sapi terjerap oleh daun jambu biji melalui proses adsorpsi sehingga kadar Pb pada daun jambu biji mengalami peningkatan. Peningkatan kadar Pb pada daun jambu biji dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil analisis di atas, kadar Pb pada daun jambu biji mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya variasi banyaknya daun jambu biji yang digunakan. Rata-rata akumulasi Pb terendah ada pada variasi 10% yakni 0,171 mg/Kg. Sedangkan rata-rata akumulasi Pb tertinggi pada daun jambu biji, ada pada variasi 50% yakni 0,861 mg/Kg. Semakin banyak daun jambu biji yang digunakan untuk proses penjerapan, semakin banyak pula akumulasi Pb yang terjerap.

Peningkatan kadar Pb pada daun jambu biji membuktikan bahwa daun jambu biji mampu menyerap Pb yang ada pada hati sapi, sehingga mengalami penurunan. Data hasil rata-rata peningkatan kadar Pb pada daun jambu biji dan penurunan kadar Pb pada hati sapi disajikan dalam Gambar 1.

Tabel 2. Rata-rata kadar timbal pada daun jambu biji

No.	Sampel	Ulangan			Total akumulasi Pb (mg/Kg)	Rata-rata akumulasi Pb (mg/Kg)
		I	II	III		
1	Segar	0	0	0	0	0
2	Rebus + 10% JB	0,179	0,161	0,172	0,512	0,171
3	Rebus + 20% JB	0,360	0,314	0,346	1,020	0,340
4	Rebus + 30% JB	0,544	0,460	0,523	1,527	0,509
5	Rebus + 40% JB	0,731	0,618	0,703	2,052	0,684
6	Rebus + 50% JB	0,920	0,779	0,885	2,548	0,861



Gambar 1. Peningkatan kadar Pb daun jambu biji dan penurunan kadar Pb hati sapi

Pada grafik terlihat adanya keseimbangan antara jumlah peningkatan dan jumlah penurunan kadar Pb pada setiap variasi banyaknya daun jambu biji yang diberikan pada perebusan hati sapi. Hal ini berarti bahwa penurunan Pb pada hati sapi berbanding lurus dengan penyerapan Pb oleh daun jambu biji, karena Pb yang terdapat pada hati sapi terjerap oleh daun jambu biji. Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan kadar Pb pada daun jambu biji dan penurunan Pb pada hati sapi terbanyak ada pada variasi perlakuan 50%. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak daun jambu biji yang digunakan pada saat perebusan, semakin banyak pula persentase penyerapannya. Persentase total penyerapan Pb oleh daun jambu biji setelah proses perebusan pada hati sapi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa penyerapan Pb oleh daun jambu biji secara optimal terdapat pada variasi perlakuan 50% dengan total penyerapan 2,548 mg/Kg (33%). Untuk persentase penyerapan terendah ada pada variasi perlakuan dengan 10% daun jambu biji yakni 7%. Kemampuan daun jambu biji untuk menurunkan kadar Pb diduga disebabkan oleh adanya senyawa kimia pada daun jambu biji yang memiliki kemampuan sebagai agen pengkelat logam yaitu senyawa fenolik. Senyawa fenolik pada daun jambu biji yang berperan sebagai agen pengkelat logam adalah tannin (Ismarani, 2012).

Tannin sebagai senyawa fenolik, yang mudah didapat di tanaman (daun, kayu, buah-buahan, akar) sudah dikenal lama mampu membentuk senyawa kompleks dengan protein. Selain senyawa tannin ada pula senyawa lain

Tabel 3. Persentase total penyerapan timbal pada daun jambu biji setelah proses perebusan

No.	Sampel	Ulangan			Total penyerapan Pb	Persentase penyerapan Pb
		I	II	III		
1	Segar	0	0	0	0	0%
2	Rebus + 10% JB	0,179	0,161	0,172	0,512	7%
3	Rebus + 20% JB	0,360	0,314	0,346	1,020	13%
4	Rebus + 30% JB	0,544	0,460	0,523	1,527	20%
5	Rebus + 40% JB	0,731	0,618	0,703	2,052	27%
6	Rebus + 50% JB	0,920	0,779	0,885	2,548	33%

dalam daun jambu biji yang diduga dapat mengikat Pb yaitu garam alkali. Unsur yang terdapat dalam garam alkali adalah natrium dan kalium. Akunrobo, *et al.* (2010) melaporkan daun jambu biji mengandung kalium 0,76 mg/kg, natrium sebesar 0,05 mg/kg. Natrium merupakan kelator atau antagonis untuk logam berat (Correia & Becker, 1995; Sjamsudin, 1995).

Proses penjerapan timbal pada perebusan hati sapi bersama-sama dengan daun jambu biji, karena daun jambu biji bertindak sebagai adsorben yang dapat mengadsorpsi logam berat. Proses adsorpsi dari hati sapi dengan adsorben daun jambu biji dapat berlangsung dua proses yaitu adsorpsi kimia dan adsorpsi fisik. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya reaksi kimia antar molekul adsorbat dengan adsorben yang dapat membentuk suatu kompleks.

Senyawa kimia pada daun jambu biji yang dapat membentuk kompleks dengan Pb adalah tannin. Tannin merupakan senyawa fenolik yang mempunyai bobot molekul yang tinggi dan mempunyai gugus hidroksil dan gugus lainnya (seperti karboksil) sehingga dapat membentuk kompleks dengan protein (Wisnubroto, 2002). Salah satu sifat tannin sebagai senyawa astringent inilah yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein (Ismarani, 2012).

Rorong (2012) juga menyatakan bahwa sifat senyawa fenolik sebagai agen pengkelat logam mampu mereduksi suatu logam. Komponen organik dapat berfungsi sebagai agen pengkelat logam karena adanya gugus karboksil dan dua gugus hidroksil yang berdekatan bereaksi dengan logam membentuk suatu kompleks yang stabil. Salah satu sifat tannin sebagai senyawa astringent inilah yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein. Tannin yang bereaksi dengan logam akan membentuk kelat, dimana gugus yang semula aktif menjadi tidak aktif dan proses penjerapan Pb dapat terjadi.

Penjerapan Pb oleh daun jambu biji dapat terjadi secara fisik (*physisorpsi*). Adsorpsi fisik terjadi ketika Pb terperangkap ke dalam rongga atau pori-pori dari adsorben. Gaya yang dapat

mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya Van der Waals. Akibat adanya gaya-gaya yang bekerja antar adsorbat dan adsorben menyebabkan proses adsorpsi logam dapat terjadi (Ambarita, 2008).

Variasi banyaknya daun jambu biji dapat mempengaruhi daya adsorpsi yang baik oleh adsorben yang ditunjukkan dengan berkurangnya kadar Pb pada hati sapi. Pada variasi perebusan bersama-sama dengan daun jambu biji 50% terjadi peningkatan kadar Pb yang teradsorpsi secara signifikan yang menunjukkan bahwa daun jambu biji mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik. Selain analisis data mengenai rata-rata kadar Pb pada daun jambu biji, pada penelitian ini juga dihitung persentase penjerapan Pb dalam jambu biji pada tiap variasi perlakuan. Persentase daun jambu biji yang efektif untuk menyerap Pb pada hati sapi, ada pada variasi perlakuan dengan banyaknya daun jambu biji sebesar 50% dengan nilai persentase sebesar 33% dengan total penjerapan sebanyak 2,548 mg/Kg. Pada variasi perlakuan dengan banyaknya daun jambu biji 50%, total berat daun jambu biji yang digunakan adalah sebesar 250 gr (± 85 lembar). Dalam penelitian ini rata-rata 250 gr daun jambu biji mampu menyerap Pb sebesar 0,861 mg/Kg.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa daun jambu biji terbukti mampu menyerap Pb yang ada pada hati sapi secara optimal yang dibuktikan dengan menurunnya kadar Pb yang ada pada hati sapi. Penurunan Pb pada hati sapi secara optimal terdapat pada variasi perebusan dengan 50% daun jambu biji dengan rata-rata akumulasi Pb 0,012 mg/Kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Okunrobo, L.O., Imafidon, K.I., Alabi, A.A. (2010). Phytochemical, proximate and metal content analysis of the leaves of *Psidium guajava* Linn (Myrtaceae). *Int. J. Health Res.* 3(4): 217-221.

- Ambarita. (2008). Modifikasi Mesin Pendingin Adsorpsi pada Komponen kondensor, reservoir, katup ekspansi dan Evaporator. *Tugas Akhir*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Bahri, S., Yulvian, S. & Indraningsih. (2006). Beberapa faktor yang mempengaruhi keamanan pangan asal ternak di Indonesia. *IVARTAZOA* 16(1): 1-13
- Correia, M. & Becker, C.E. (1995). Kelator dan Keracunan Logam Berat. Dalam: Katzung, B.G. (ed). *Farmakologi Dasar dan Klinik*. Edisi ke-6. Jakarta: Salemba Medika
- Darmono. (1995). *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-Press
- Dwiloka, B., Rasana'e, D.L.M.R., & Rianto, F. (2006). Kandungan logam berat pada hati dan usus sapi yang dipelihara di TPA Jatibarang Semarang setelah direbus dengan daun kumis kucing (*Orthosiphon stamineus* Benth). Risalah Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi. Jakarta, 12 Desember 2006.
- Girard, J.P. (1992). *Technology of Meat and Meat Products*. London: Ellis Horwood Ltd.
- Ismarani. (2012). Potensi senyawa tannin dalam menunjang produksi ramah lingkungan. *J. Agribisnis Pengembangan Wilayah*. 3(2): 46-55.
- Palar. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rianto, E., Dwiloka, B., Arifin, M., Purbowati, E., & Purmomoadi. (2005). Penurunan kadar logam berat pada daging sapi setelah direbus dengan penambahan daun kumis kucing. Makalah Seminar Nasional Keamanan Pangan. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 14 November 2005.
- Rorong, J.A. & Suryanto, E. (2010). Analisis fitokimia enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan efeknya sebagai agen fotoreduksi Fe^{3+} . *Chem. Prog.* 3(1): 33-41.
- Rorong, J.A., (2012). Phytochemical analysis of eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) of agriculture waste as biosensitizer for ferri photoreduction process. *J. Int. Agrivita*. Universitas Brawijaya Malang.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (2009). *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. SNI 7387:2009.
- Sudiyono. (2011). Upaya eliminasi residu logam berat pada sapi potong yang berasal dari lokasi tempat pembuangan akhir sampah dengan pemeliharaan secara konvensional. *J. Sains Peternakan* 9(1): 1-7.
- Sukardi, Mulyarto, A.R., Safera, W. (2007). Optimasi waktu ekstraksi terhadap kandungan tanin pada bubuk ekstrak daun jambu biji (*Psidi folium*) serta biaya produksinya. *J. Teknologi Pertanian* 8(2): 88-94
- Sjamsudin, U. (1995). *Logam Berat dan Antagonis*. *Farmakologi dan Terapi*. Edisi ke-4. Jakarta: Gaya Baru.
- Varma, D.S.N.R., Srinivas, Ch., Nagamani, Ch., PremSagar, T., Rajsekhar, M. (2010). Studies on biosorption of Cadmium on *Psidium guajava* leaves powder using statistical experimental design. *J. Chem. Pharm. Res.*, 2(5): 29-44.
- Wardhayani, S., Setiani, O., Hanani, Y.D. (2006). Analisis risiko pencemaran bahan toksik timbal (Pb) pada sapi potong di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang. *J. Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 5(1): 11-16.
- Wisnubroto, D.S. (2002). Pengolahan Logam Berat dari Limbah Cair dengan Tannin. *Laporan Penelitian Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif (P2PLR)*.