

**KEEFEKTIFAN PENCUCIAN DAN PENGOLAHAN  
UNTUK MEMPERTAHANKAN GIZI PANGAN HEWANI  
KAWASAN PERTANIAN TERCEMAR LOGAM BERAT Pb**

**Hening Widowati<sup>1</sup>, Agus Sutanto<sup>1</sup>, Widya Sartika Sulistiani<sup>2</sup>**

Pascasarjana Pend. Biologi<sup>1</sup>, Pendidikan Biologi S1<sup>2</sup>

Universitas Muhammadiyah Metro

Email: hwummetro@gmail.com

**ABSTRAK**

*Budidaya pangan tidak ramah lingkungan, memicu terpaparnya logam berat pencemar kawasan pertanian. Efeknya melalui rantai makanan, mempengaruhi kesehatan. Karakter bioakumulasi dan biomagnifikasi logam berat, penting untuk dikelola, sehingga walaupun rendah harus diantisipasi, agar efeknya minimal. Penelitian dilaksanakan di kawasan pertanian Lampung yang diprediksi terpapar logam berat Pb, melalui observasi, wawancara, serta eksperimental dengan rancangan acak lengkap, melakukan variasi pencucian dan pengolahan keongmas (*Pomacea caniculata*) dan kerangkijing (*Anodonta woodiana*), untuk dianalisis serapan Pb, protein, Ca-nya, dengan harapan ditemukan teknik tepat menurunkan Pb, tetapi dapat mempertahankan gizinya. Sampel dianalisis dengan spektrofotometri UV-Vis untuk Pb, Ca; semi mikro kjeldahl untuk protein. Data dianalisis dengan Anava, Regresi, dan Korelasi. Hasil penelitian menunjukkan: melakukan pencucian dapat menurunkan kadar Pb sampai 6,353%, protein 3,797%, Ca 6,044%; pengolahan dapat menurunkan Pb sampai 44,391%, protein 22,761%, Ca 31,593%. Kesimpulan: 1) Pencucian dan pengolahan berpengaruh sangat signifikan terhadap penurunan Pb, protein, dan Ca; 2) Untuk menurunkan Pb lebih baik dicuci berkali-kali, dan diolah dari yang terbesar menurunkan adalah merebus, kemudian menumis, mengukus; 3) Untuk mempertahankan kadar protein dan Ca cukup dicuci sekali dan penurunan protein, Ca terbesar dengan merebus, kemudian menumis, mengukus; 4) Karena terpaparnya Pb rendah, di bawah ambang batas, maka teknik paling tepat mempertahankan gizi dan Pb menurun sangat signifikan, maka cukup dicuci sekali dan diolah dengan dikukus.*

*Kata-kata kunci: serapan Pb, pencucian dan pengolahan keongmas dan kerangkijing, kadar protein dan Ca, pertanian tercemar logam berat*

**PENDAHULUAN**

Salah satu jenis polutan yang berbahaya dan vital untuk dikendalikan adalah logam berat. Sifat logam berat yang sulit terdegradasi, mudah terakumulasi, berpotensi menyebabkan bioakumulasi, dan biomagnifikasi, sehingga akan sangat membahayakan kesehatan bahkan menyebabkan kematian (Marganof, 2003). Di antara logam berat yang dekat dengan kehidupan manusia adalah Pb, pengaruh toksik Pb kepada kehidupan termasuk dalam kategori tinggi dan mudah berpindah melalui siklus rantai makanan, melalui proses pengangkutan dan transformasi di dalam biota (Connel & Miller, 2006). Berbagai aktivitas manusia banyak menghadirkan polutan logam berat Pb ini. Pertanian, perkebunan, industri, transportasi, maupun rumah tangga memberi peluang limbah logam berat Pb. Bahkan aktivitas alami dalam batuan bumi, air, maupun udara memungkinkan bertambahnya polutan logam berat. Perubahan pola hidup, proses-proses alam mengharuskan pada hampir semua aktivitas manusia maupun alam banyak mendatangkan pencemar Pb. Kemampuan lingkungan untuk mengadakan *self-purification*, tidak dapat dilakukan lagi, karena bahan pencemar di lingkungan telah melebihi ambang batas untuk mengadakan proses mandiri tersebut dilaksanakan.

Pada lingkungan pertanian, pencemaran menjadi bagian yang sulit dikendalikan. Perairan pertanian memungkinkan polutan terdistribusi sedemikian kompleksnya dari hulu menuju hilir dengan membawa dan menjadi pengumpul polutan pada suatu badan sungai yang berakhir pada suatu dam di hilir atau laut. Proses-proses ini terjadi terus menerus, karena untuk mendapatkan produksi maksimal dan menguntungkan, petani banyak menerapkan teknik budidaya pertanian yang kurang ramah lingkungan, di antaranya pada saat persiapan bertani dengan teknik pembajakan lahan dengan bantuan traktor. Ketika tanaman mulai tumbuh, adanya hama mengharuskan petani menggunakan pestisida, fungisida, herbisida kimia. Ketika tanaman padi atau sayuran tumbuh, adanya serangan keong, mengharuskan petani memberantasnya menggunakan moluskisida kimia. Pada saat tanaman pertanian membutuhkan pupuk, secara sintesis sudah mengandung logam berat di antaranya Pb, bahkan karena proses dalam rantai makananpun, pupuk kompos yang diasumsikan alami dan bebas pencemar, menjadi sumber polutan, karena diketahui juga mengandung logam pencemar di antaranya Pb (Erfandi, 2014), yang pada akhirnya produksi pangan menjadi terkontaminasi dan tidak aman untuk dikonsumsi (Pasaribu, 2017). Terbatasnya lahan juga memaksa lahan pertanian berada di kawasan transportasi padat yang menghadirkan pencemar Pb menjadi pemicu terpaparnya logam berat pencemar di kawasan pertanian. Logam berat telah banyak terdeteksi pada sayuran, terutama yang ditanam dengan jalan raya dan rentan polusi udara, antara lain yang berasal dari asap pabrik serta kendaraan bermotor (Widyaningrum, 2007). Efeknya tidak hanya kepada hasil pertanian yang terkontaminasi logam berat, tetapi melalui siklus rantai makanan akan mencemari air, tanah, bahkan lingkungan biotiknya termasuk hewan dan manusia. Keong dan kerang yang tinggal di lingkungan pertanian, sungai, dan perairan umumnya tidak lepas dari pengaruh logam berat Pb. Terlebih lagi, kedua jenis Gastropoda ini dikenal *infilter feeder*, menyerap semua zat dan nutrisi di sekitarnya, tanpa mampu menyeleksi yang dimakan, relatif menetap, lambat menghindari dari pengaruh polutan dan memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat (Darmono, 2001). Di sisi lain kedua gastropoda ini dikenal sumber pangan protein dan Calcium tinggi mengalahkan Ca hewani pada daging sapi, telur, susu. Di era sekarang, keong dan kerang menjadi bahan pangan gizi tinggi yang sangat menjanjikan, baik untuk manusia maupun ternak. Oleh karena potensi penyerap polutannya besar, khususnya bahan pangan ini ketika hidup pada lingkungan tercemar dan akan dimanfaatkan sumber pangan, maka menjadi penting untuk dikelola. Sehingga sekecil apapun pencemar tersebut harus diantisipasi, agar efeknya kepada semua bagian lingkungan dapat diminimalisir (Widowati, 2008). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pencucian dan pengolahan terhadap penurunan kadar Pb, protein, dan Ca, serta menemukan teknik yang paling tepat untuk menurunkan polutan Pbnya tetapi dapat tetap mempertahankan mutu gizi (protein, dan Ca) nya. Dengan harapan pemanfaatan keongmas dan kerangkijing yang berpotensi pengakumulasi polutan logam berat sebagai sumber bahan pangan gizi tinggi tetap dapat dilakukan secara bijak.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di kawasan pertanian provinsi Lampung yang diprediksi terpapar logam berat oleh karena teknik budidayanya yang berpotensi menghadirkan polutan Pb, melalui observasi, wawancara, serta eksperimental dengan rancangan percobaan acak lengkap. Ujicoba teknik upaya meminimalisir efek logam berat pencemar dengan melakukan variasi pencucian (tidak dicuci/kontrol; 1@5detik; 2@5detik; 3@5detik) dan variasi pengolahan (segar/tidak diolah/kontrol; dikukus pada panci stainless non magnetik selama 5 menit setelah air mendidih  $100^{\circ}\text{C} \pm 2$  menit; direbus pada panci stainless non magnetik selama 2 menit air mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C} \pm 2$  menit; ditumis pada wajan

panas dengan sedikit minyak goreng selama 3 menit) daging dan cangkang keongmas (*Pomacea caniculata*) dan kerangkijing (*Anodonta woodiana*). Sampel dianalisis kadar serapan logam berat Pb, protein, serta Ca-nya, dengan spektrofotometri UV-Vis untuk Pb, Ca; semi mikro kjeldahl untuk protein. Data dianalisis dengan Anava, Regresi, dan Korelasi dengan bantuan SPSS Versi 21.

## HASIL PENELITIAN

### 1. Data Kondisi Lingkungan Kawasan Pertanian

Kondisi lingkungan terkait logam berat pada perairan dan sedimen kawasan pertanian tempat pengambilan sampel, tergambar pada Tabel 1. berikut.

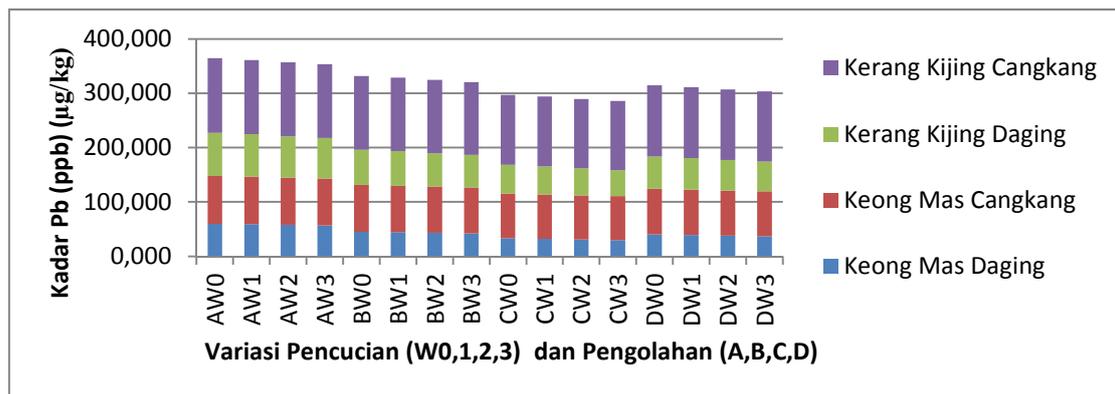
Tabel 1. Data Kondisi Lingkungan Kawasan Pertanian

Kadar Logam Berat (ppb= ( $\mu$ /kg)	Air		Sedimen	
	Pb	Cd	Pb	Cd
Hulu Keong Mas	0,039	1,714	125,026	17,242
Hulu Kerang Kijing	0,062	2,024	157,977	56,240
Hilir Keong Mas	1,225	4,984	456,169	163,788
Hilir Kerang Kijing	1,301	5,647	493,340	194,042

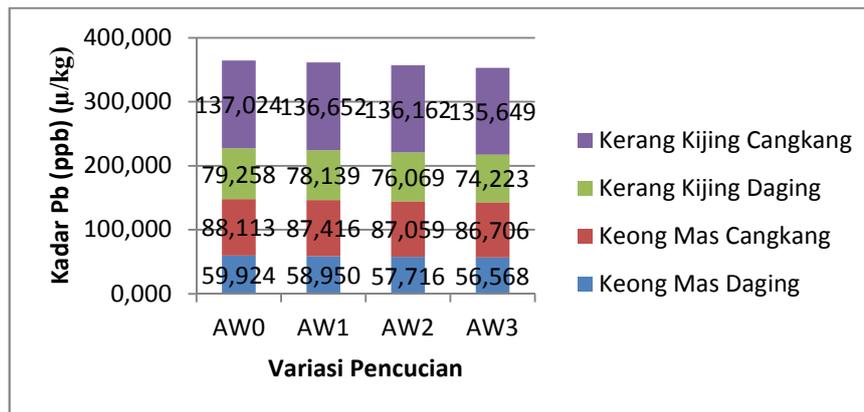
Keterangan: ambang batas Cd: 0,1ppm; Pb: 0,2ppm

Kadar logam berat Cd dan Pb air daerah hulu maupun hilir masih di bawah ambang batas, sedangkan sedimen secara keseluruhan baik hulu maupun hilir sudah melebihi ambang batas. Sehingga perlu diwaspadai keberadaannya untuk dapat terakumulasi dalam jumlah besar, apalagi efeknya kepada organisme yang bersifat *infilter feeder* seperti halnya keongmas dan kerang kijing.

### 2. Data Pengaruh Pencucian dan Pengolahan terhadap Kadar Pb, Protein, Calcium Bahan Pangan Hewani (Keongmas dan Kerang Kijing) pada Kawasan Pertanian



Gambar 1. Diagram Pengaruh Pencucian dan Pengolahan terhadap Kadar Pb (ppb) ( $\mu$ /kg) Daging dan Cangkang pada Keong Mas dan Kerang Kijing



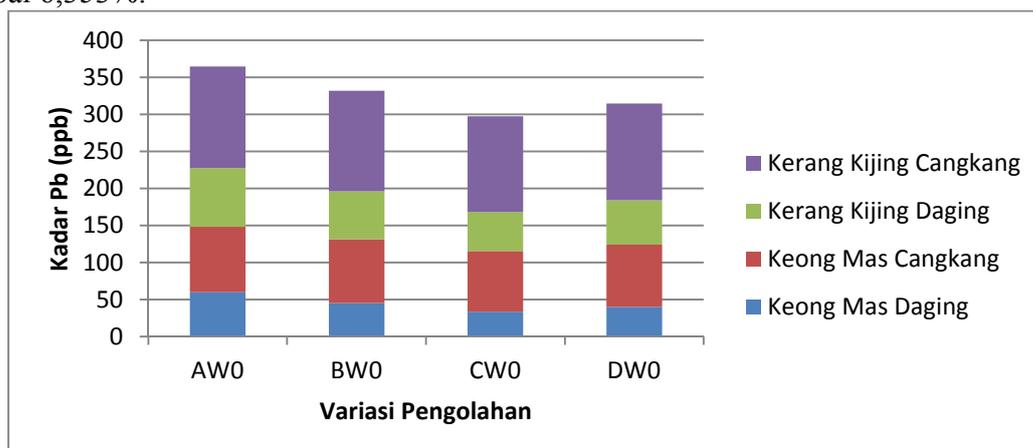
Gambar 2. Penurunan Kadar Pb oleh Pengaruh Variasi Pencucian

Berdasarkan Gambar 2, semakin banyak kali dicuci ada kecenderungan lebih banyak terjadi penurunan kadar Pb.

Tabel 2. Persentase Penurunan Kadar Pb oleh Pengaruh Variasi Pencucian

Variasi Pencucian	Jenis dan Bagian Pangan Hewani (Kadar Pb (ppb)/Persen Penurunan (%))			
	Keong Mas		Kerang Kijing	
	Daging	Cangkang	Daging	Cangkang
W0 (Tidak dicuci)	59,924	88,113	79,258	137,024
W1 (Dicuci 1X@5'')	58,950/ 1,625%	87,416/ 0,791%	78,139/ 1,412%	136,652/ 0,271%
W2 (Dicuci 2X@5'')	57,716/ 3,685%	87,059/ 1,196%	76,069/ 4,124%	136,162/ 0,629%
W3 (Dicuci 3X@5'')	56,568/ 5,600%	86,706/ 1,597%	74,223/ 6,353%	135,649/ 1,003%

Berdasarkan Tabel 2. dengan pencucian kadar Pb dapat mengalami penurunan sampai 6,353%.

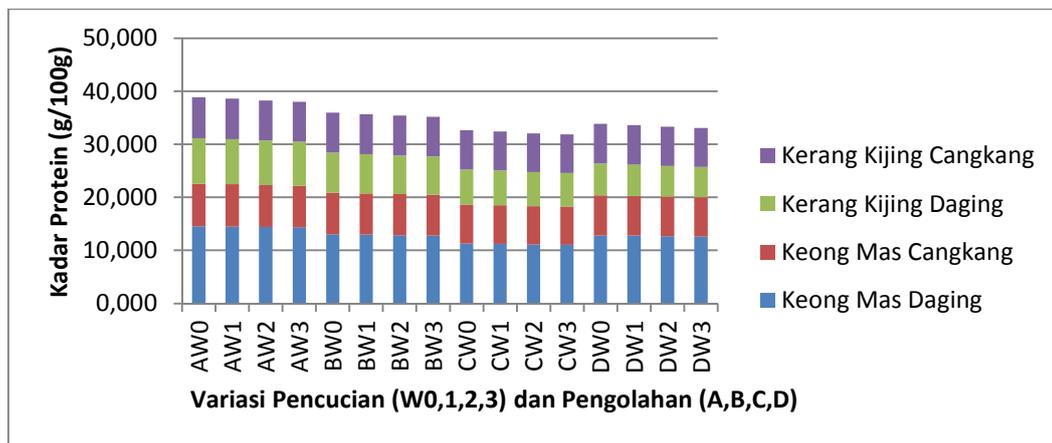


Gambar 3. Penurunan Kadar Pb oleh Pengaruh Variasi Pengolahan Daging dan Cangkang pada Keong Mas dan Kerang Kijing

Tabel 3. Persentase Penurunan Kadar Pb oleh Pengaruh Variasi Pengolahan Daging dan Cangkang pada Keong Mas dan Kerang Kijing

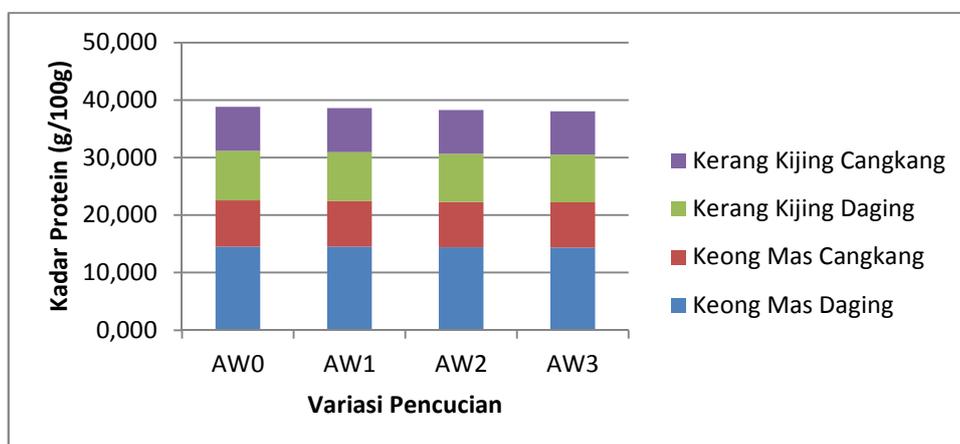
Variasi Pengolahan	Jenis dan Bagian Pangan Hewani (Kadar Pb (ppb)/Persen Penurunan (%))			
	Keong Mas		Kerang Kijing	
	Daging	Cangkang	Daging	Cangkang
A (Segar/Tidak Diolah/Kontrol)	59,924	88,113	79,258	137,024
B (Dikukus)	45,238/ 24,508%	86,300/ 2,058%	64,589/ 18,510%	135,682/ 0,979%
C (Direbus)	33,323/ 44,391%	82,152/ 6,765%	52,679/ 33,535%	128,868/ 5,952%
D (Ditumis)	40,193/ 32,927%	84,003/ 4,664%	59,579/ 24,829%	130,638/ 4,660%

Berdasarkan Gambar 3, dengan pengolahan kadar Pb dapat mengalami penurunan sampai 44,391%.



Gambar 4. Pengaruh Pencucian dan Pengolahan terhadap Kadar Protein (g/100g) Daging dan Cangkang pada Keong Mas dan Kerang Kijing

Berdasarkan Gambar 4., variasi pencucian dan pengolahan menunjukkan kecenderungan adanya penurunan kadar protein.

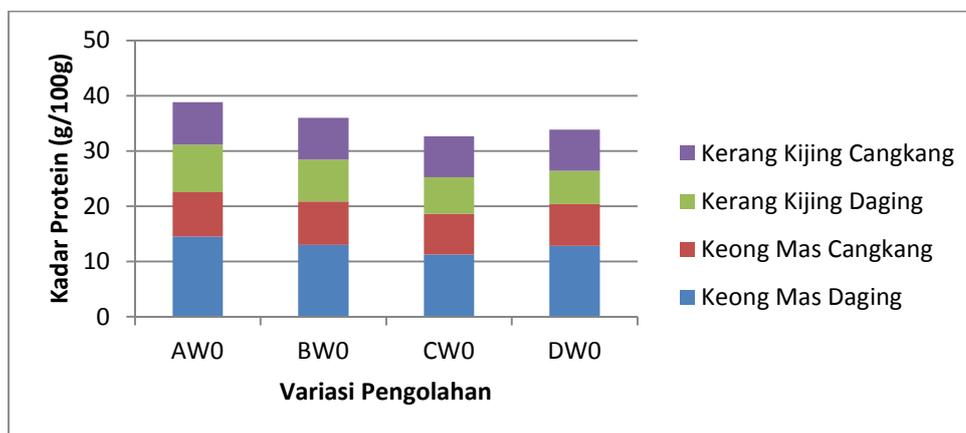


Gambar 5. Penurunan Kadar Protein oleh Pengaruh Variasi Pencucian

Tabel 4. Persentase Penurunan Kadar Protein oleh Pengaruh Variasi Pencucian

Variasi Pencucian	Jenis dan Bagian Pangan Hewani (Kadar Protein (g/100g)/Persen Penurunan (%))			
	Keong Mas		Kerang Kijing	
	Daging	Cangkan g	Daging	Cangkan
W0 (Tidak dicuci)	14,537	8,020	8,611	7,651
W1 (Dicuci 1X@5'')	14,496/ 0,282%	7,953/ 0,835%	8,518/ 1,080%	7,611/ 0,523%
W2 (Dicuci 2X@5'')	14,393/ 0,991%	7,913/ 1,334%	8,385/ 2,625%	7,558/ 1,216%
W3 (Dicuci 3X@5'')	14,334/ 1,396%	7,870/ 1,870%	8,284/ 3,797%	7,540/ 1,451%

Berdasarkan Tabel 4., dengan pencucian maka dapat menurunkan kadar protein sampai 3,797%.

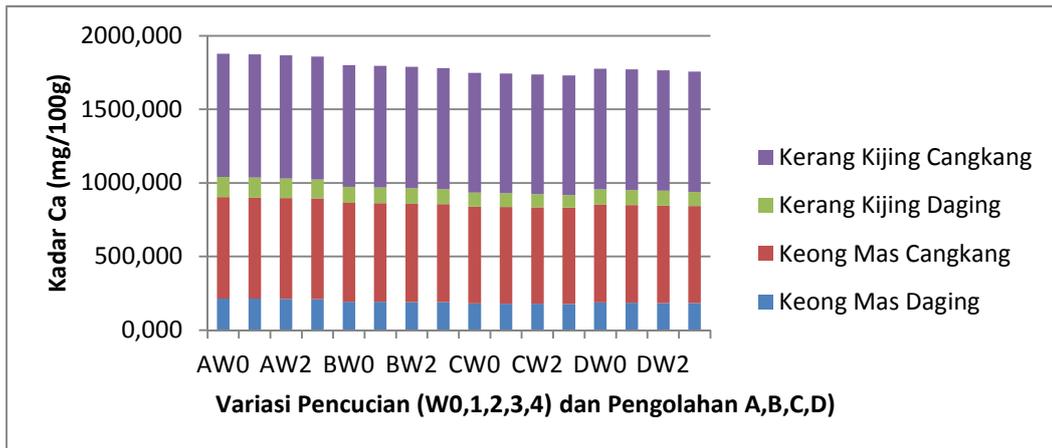


Gambar 6. Penurunan Kadar Protein oleh Pengaruh Variasi Pengolahan Daging dan Cangkan pada Keong Mas dan Kerang Kijing

Tabel 5. Persentase Penurunan Kadar Protein oleh Pengaruh Variasi Pengolahan Daging dan Cangkan pada Keong Mas dan Kerang Kijing

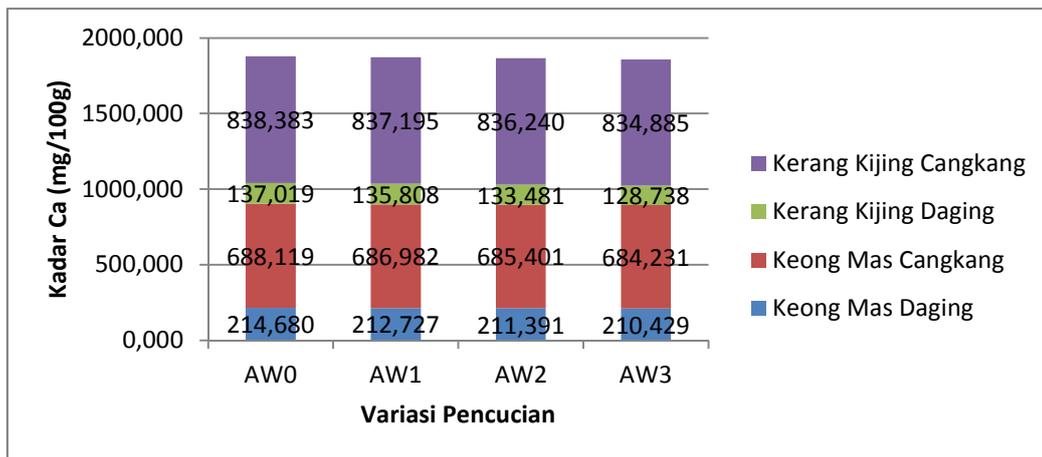
Variasi Pengolahan	Jenis dan Bagian Pangan Hewani (Kadar Protein (g/100g)/Persen Penurunan (%))			
	Keong Mas		Kerang Kijing	
	Daging	Cangkan	Daging	Cangkan
A (Segar/Tidak Diolah/Kontrol)	14,537	8,020	8,611	7,651
B (Dikukus)	13,033/ 10,346%	7,845/ 2,182%	7,535/ 12,496%	7,562/ 1,163%
C (Direbus)	11,289/ 22,343%	7,321/ 8,716%	6,651/ 22,761%	7,387/ 3,451%
D (Ditumis)	12,809/ 11,887%	7,583/ 5,449%	5,998/ 30,345%	7,474/ 2,313%

Berdasarkan Tabel 5., pengolahan dapat menurunkan protein sampai 30,345%.



Gambar 7. Diagram Pengaruh Pencucian dan Pengolahan terhadap Kadar Ca (mg/100g) Daging dan Cangkang pada Keong Mas dan Kerang Kijing

Berdasarkan Gambar 7, variasi pencucian dan pengolahan menunjukkan kecenderungan penurunan kadar Ca.



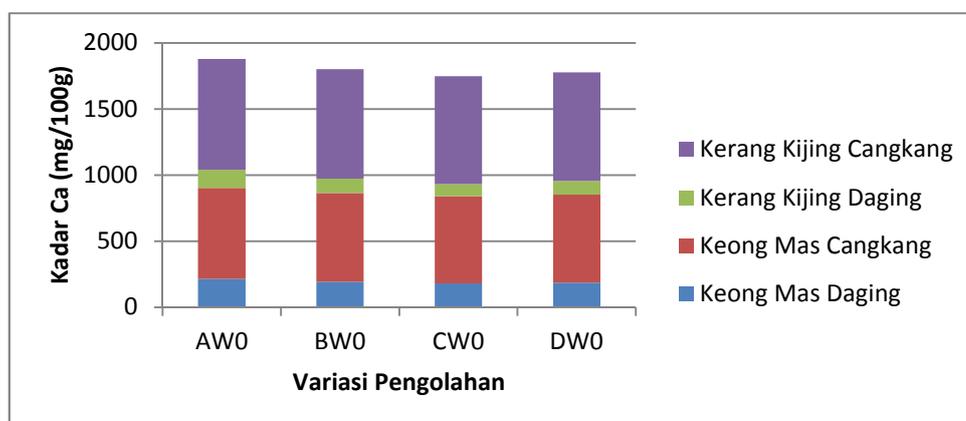
Gambar 8. Diagram Penurunan Kadar Ca oleh Pengaruh Variasi Pencucian

Berdasarkan Gambar 8., menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kadar Ca. Semakin banyak kali dicuci, penurunan kadar Ca semakin besar.

Tabel 6. Persentase Penurunan Kadar Ca oleh Pengaruh Variasi Pencucian

Variasi Pencucian	Jenis dan Bagian Pangan Hewani (Kadar Calcium (mg/100g)/Persen Penurunan (%))			
	Keong Mas		Kerang Kijing	
	Daging	Cangkang	Daging	Cangkang
W0 (Tidak dicuci)	214,680	688,119	137,019	838,383
W1 (Dicuci 1X@5'')	212,727/ 0,910%	686,982/ 0,165%	135,808/ 0,884%	837,195/ 0,142%
W2 (Dicuci 2X@5'')	211,391/ 1,532%	685,401/ 0,395%	133,481/ 2,582%	836,240/ 0,256%
W3 (Dicuci 3X@5'')	210,429/ 1,980%	684,231/ 0,565%	128,738/ 6,044%	834,885/ 0,417%

Berdasarkan Tabel 6., dengan pencucian kadar Ca mengalami penurunan sampai 6,044%.



Gambar 9. Diagram Penurunan Kadar Ca (mg/100g) oleh Pengaruh Variasi Pengolahan Daging dan Cangkang pada Keong Mas dan Kerang Kijing

Tabel 7. Persentase Penurunan Kadar Ca oleh Pengaruh Variasi Pengolahan

Variasi Pengolahan	Jenis dan Bagian Pangan Hewani (Kadar Ca (mg/100g))/Persen Penurunan (%)			
	Keong Mas		Kerang Kijing	
	Daging	Cangkang	Daging	Cangkang
A(Segar/TidakDiolah/Kontrol)	214,680	688,119	137,019	838,383
B (Dikukus)	193,008/ 10,095%	671,513/ 2,413%	108,982/ 20,462%	826,769/ 1,385%
C (Direbus)	181,602/ 15,408%	657,591/ 4,436%	93,731/ 31,593%	815,488/ 2,731%
D (Ditumis)	186,646/ 13,059%	665,281/ 3,319%	103,936/ 24,145%	820,248/ 2,163%

Berdasarkan Tabel 7., dengan pengolahan kadar Ca dapat mengalami penurunan sampai 31,593%.

Dari perlakuan penelitian yang diujicobakan secara umum menunjukkan kecenderungan, bahwa semakin banyak kali dicuci, semakin besar terjadi penurunan kadar Pb, protein, Ca. Pengolahan yang paling banyak menurunkan kadarnya, secara berurutan dari yang terbanyak adalah dengan merebus, menumis, mengukus, kecuali terhadap protein daging kerang kijing dimana yang paling banyak mengalami penurunan urutannya dari yang terbesar yaitu dengan menumis, merebus, dan terendah penurunannya dengan mengukus.

### 3. Uji Hipotesis

**Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Analisis Varian Pengaruh Jenis Bahan Pangan (X1), Pencucian (X2), Pengolahan (X3) terhadap Penurunan Pb, Protein, Ca**

PENGARUH TERHADAP Y	SIGNIFIKANSI PENGARUH (ANAVA)							% KONTRIBUSI MEMPENGARUHI (REGRESI -CORELLASI)			
	PARSIAL			INTERAKSI				REGRES I-INTERAKSI	% CORELLASI		
	X1	X2	X3	X1-X2	X1-X3	X2-X3	X1-X2-X3		X1	X2	X3
Y1 (kadar Pb)	0,00	0,00	0,00	0,013*	0,000**	1,000	1,000	95,3	0,909** (90,9%)	0,958** (95,8%)	0,865** (86,6%)
Y2 (kadar protein)	0,00	0,00	0,00	0,462 ns	0,000**	1,000	1,000	76,3	0,816** (81,6%)	0,833** (83,3%)	0,801** (80,1%)
Y3 (kadar Ca)	0,00	0,00	0,00	0,857 ns	0,000**	1,000	1,000	96,5	0,981** (98,1%)	0,842** (84,2%)	0,962** (96,2%)

**Keterangan:**

X1 (jenis & bagian organ) (p daging keong mas, q cangkang keongmas, r daging kerangkijing, s cangkang kerangkijing)

X2 (pencucian W0/tidak dicuci, W1/sekali, W2/2X, W3/3X)

X3 (pengolahan A/Segar/tidak diolah, B/Kukus, C/Rebus, D/Tumis)

Dari analisis data dan uji hipotesis menunjukkan, bahwa variasi pencucian dan pengolahan berpengaruh sangat signifikan terhadap penurunan kadar Pb, protein, dan Ca. Persentase kontribusi dalam menurunkan Pb, Ca, protein berbeda-beda, dan untuk semua treatment termasuk besar, yaitu di atas 80%. Dari uji lanjut Tukey HSD menunjukkan: semakin banyak kali dicuci berpengaruh semakin menurunkan, sedangkan pengolahan secara berurutan terbesar menurunkan adalah dengan merebus, selanjutnya menumis, dan terakhir mengukus, kecuali terhadap protein daging kerang kijing dimana yang paling banyak mengalami penurunan urutannya dari yang terbesar yaitu dengan menumis, merebus, dan terendah penurunannya dengan mengukus.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan: melakukan pencucian dapat menurunkan kadar Pb sampai 6,353%, protein 3,797%, Ca 6,044%; pengolahan dapat menurunkan Pb sampai 44,391%, protein 22,761%, Ca 31,593%. Melakukan kombinasi perlakuan mencuci sekaligus mengolah memberi peluang penurunannya menjadi semakin besar. Sebagaimana Munarso, *et al.* (2005) menyebutkan, pada tingkat keluarga, usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi cemaran logam berat antara lain dengan mencuci bahan pangan, sehingga khususnya cemaran logam berat yang masih menempel pada permukaan bahan pangan dapat dihilangkan. Cara ini penting dilakukan sebelum bahan pangan dikonsumsi atau diolah lebih lanjut. Dari data yang diperoleh, kadar logam sebelum bahan pangan hewani dicuci masih relatif tinggi. Setelah dilakukan pencucian, apalagi dengan pencucian berkali-kali terjadi penurunan kadar logam Pb 6,353%, protein 3,797%, Ca 6,044%. Secara umum penurunan gizi oleh pencucian relatif rendah dibanding penurunan pada logam berat. Data ini juga memberi makna bahwa, logam berat Pb bisa jadi sebagian ada di bagian permukaan bahan pangan, sehingga berkurang ketika dicuci, serta Pb yang terserap pada keongmas dan kerang kijing memiliki karakter lebih mudah larut. Untuk itu maka penting mencuci bahan pangan sebelum dikonsumsi. Sebagaimana diketahui logam memasuki tubuh organisme bisa dengan berbagai cara, sehingga pada akhirnya memasuki organ atau sebatas pada permukaannya. Dengan demikian, mencuci dapat menjadi alternatif mengurangi logam berat yang menempel di permukaannya, sekaligus pada akhirnya terlarut dalam air cucian.

Hasil penelitian ini diperkuat dengan penelitian Riyadi, *et al.* (2016) menunjukkan bahwa perendaman kerang darah selama 24 jam dapat menurunkan kadar Pb sebanyak 54,05%, Cd 42,17%. Sedangkan apabila sekaligus dilakukan penyiangan saluran pencernaan makanannya penurunan Pb dapat mencapai 89,76%, Cd 94,15%. Selanjutnya diperkuat oleh pendapat Umbara *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa pada kerang darah, sebagian besar logam berat terkandung dalam saluran pencernaan sebesar 66,1%, daging 5,87%, dan cangkang 28,03%. Dengan demikian wajar bila pada penelitian tersebut kadar Pb sudah banyak berkurang karena bagian yang diprediksi sebagai tempat akumulasi logam sudah dipisahkan, yang dalam penelitian ini dibuktikan adanya perbedaan sangat signifikan antar bagian organ daging dan cangkang keongmas dan kerangkijing. Cangkang lebih banyak mengakumulasi logam karena pada saat memasuki jaringan dalam hal ini cangkang berperan dalam menyingkirkan Ca dari ikatannya. Dengan demikian ketika logam berat memasuki jaringan keongmas dan kerangkijing, secara langsung akan menurunkan protein maupun Ca, dengan jalur Pb berperan sebagai radikal bebas akan merusak protein sel, sedangkan dalam ikatan senyawa Ca akan digantikan oleh logam Pb.

Sebagaimana Munarso, *et al.* (2005) menyebutkan, pada tingkat keluarga, usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi cemaran logam berat selain dengan pencucian juga dapat dengan pemberian pemanasan dalam suhu mendidih pada waktu yang singkat (1-5menit) yang bertujuan untuk mereduksi cemaran logam berat. Menurut Williams (1979), bahwa pemasakan dengan melibatkan panas merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang banyak dilakukan baik pada skala rumah tangga atau skala industri. Beberapa cara pemasakan yang umum dilakukan adalah perebusan, pengukusan, dan penumisan. Perebusan adalah proses pemasakan dalam air mendidih sekitar 100°C, dimana air sebagai media penghantar panas, sekaligus pelarut logam. Pengukusan merupakan proses pemasakan dengan medium uap air panas, yang dihasilkan oleh air mendidih. Sedangkan penumisan merupakan proses pemanasan dengan menggunakan sedikit minyak dan air, yang umumnya suhu lebih panas dan memungkinkan bahan yang bersifat volatil akan lebih banyak lepas dari proses menguap.

Lebih lanjut dinyatakan, perebusan dapat menyebabkan senyawa pengikat logam pada tumbuhan melepaskan ikatannya, sehingga senyawa logam berat Pb yang terikat pada jaringan tumbuhan dapat terlepas, selanjutnya Pb dapat menguap atau larut dalam air (Winarno, 2004). Penelitian oleh Triani, *et al.* (2011), menemukan dengan perebusan, kadar Pb pada kangkung dapat mengalami penurunan dari 1,494 ppm, setelah perebusan selama 3, 5, 7 menit, mengalami penurunan menjadi 1,302, 1,300, dan 1,287ppm. Walaupun memberi efek pada menurunnya mutu sensoris (warna, tekstur, penerimaan keseluruhan) secara subjektif panelis yang mengkonsumsinya (Budiari, *et al.*, 2015). Semakin lama pencucian dan perebusan, maka kadar logam Pb semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena rusaknya membran plasma dan membran organel pada sayuran akibat perebusan, sehingga memudahkan senyawa logam berat yang terakumulasi di dalamnya akan terurai dari jaringan tumbuhan (Kustina, 2006). Perebusan juga dapat memecah ikatan logam dalam jaringan tumbuhan, suhu tinggi juga dapat menyebabkan senyawa pengikat logam berat pada tumbuhan melepaskan ikatannya, sehingga senyawa yang terikat pada tumbuhan dapat terlepas (Winarno, 2004). Kondisi yang sama dapat terjadi pada bahan pangan hewani.

Uji hipotesis terhadap bahan pangan hewani menunjukkan, secara sangat signifikan variasi pengolahan menurunkan kadar Cd, Pb, protein, dan Ca. Urutan penurunannya dari yang terbesar adalah dengan merebus, menumis, dan terendah penurunannya dengan mengukus. Dalam keadaan segar tanpa diolah kadarnya masih tinggi, dan mengalami penurunan Cd 45,759%, 44,391%, protein 22,761%, Ca 31,593%.

Hasil penelitian ini juga memberi petunjuk, bahwa ada perbedaan pengaruh antara variasi pengolahan terhadap penurunan Cd, Pb, protein, Ca pada bahan pangan hewani; dimana pada bahan hewani yang lebih banyak mengalami penurunan dengan direbus. Sebagaimana diketahui bahwa secara struktural, antara jaringan tumbuhan dan hewan sangat berbeda. Sel tumbuhan diselubungi dinding sel dari bahan selulosa yang memungkinkan berbagai hal yang menyebabkan berbeda dengan pada jaringan hewan.

Dinding sel jaringan bahan nabati dari bahan selulosa, lignin, dan turunannya memungkinkan diakumulasinya logam berat pada bagian ini, sekaligus logam ketika terjebak dalam selulosa tumbuhan menjadi lebih sulit terurai dan lepas ikatan kimianya, karena di antaranya juga diperlukan enzim tertentu untuk menguraikannya dari jebakan dalam selulosa jaringan. Oleh karena alasan ini, maka dalam bahan nabati lebih mudah terlepas setelah melalui pemanasan dengan ditumis, sehingga diprediksi logam yang terikat adalah logam dalam bentuk yang dapat diuapkan menunjukkan Pb dapat dalam bentuk volatil. Sehingga diprediksi logam pencemar Pb yang terserap banyak dalam bentuk volatil, memungkinkan pada bahan nabati banyak teruapkan ketika bahan pangan tadi ditumis (Widowati *et al.*, 2017). Sebaliknya pada bahan hewani, logam berat Pb tidak terikat maupun terjebak dalam kandungan selulosanya, maka wajar apabila pada bahan hewani, logam berat lebih mudah terlepas dan akhirnya mengalami penurunan lebih banyak karena direbus, yang pada saat proses tersebut terlarut dalam air perebusan dan segera mengendap/terendapkan pada air rebusan. Kondisi ini juga diperkuat dengan penelitian-penelitian sebelumnya (Ramadhan & Aminah, 2014; Sundari, *et al.*, 2015), serta Putra (2009) bahwa proses pemasakan yang baik dengan cara perebusan maupun pengukusan dapat menurunkan kadar sianida yang terdapat pada rebung bambu.

## **KESIMPULAN**

Didasarkan pada temuan dan analisis uji hipotesis data penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) Variasi pencucian dan pengolahan berpengaruh sangat signifikan terhadap penurunan logam berat Pb, protein, dan Ca; 2) Untuk menurunkan logam berat lebih baik

dicuci berkali-kali, dan diolah dari yang terbesar menurunkan polutan adalah merebus, kemudian menumis, mengukus. Dalam keadaan tanpa dicuci dan diolah/segar, kadarnya relatif tinggi; 3) Untuk mempertahankan kadar protein dan Ca cukup dicuci sekali dan mengalami penurunan kadar protein, Ca terbesar dengan merebus, kemudian menumis, mengukus; 4) Karena terpaparnya logam berat Pb masih relatif rendah dan di bawah ambang batas, maka teknik yang paling tepat untuk tetap mempertahankan kadar gizi dan logam Pb sudah mengalami penurunan secara sangat signifikan, maka cukup dengan dicuci sekali dan diolah dengan cara dikukus.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budiarta, K., Natalia, F. E. L., Swijaya, I. N.Y. P., Hendra, I. P., Triani, I. G. A. L. 2011. Teknik Sederhana Memilih dan Meminimalkan Cemaran Logam Pb pada Kangkung. *IPTEKMA* 3(1), 38-42. 2011. ISSN: 2086-1354.
- Connel, Dess W., & Gregory J. Miller. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press): 52-63.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*. Jakarta: UI-Press.
- Erfandi, Deddy & Juarsih Iskak, 2015. *Teknologi Pengendalian Pencemaran Logam Berat pada Lahan Pertanian*, Jakarta: IAARD Press
- Kustina. 2006. Studi Kandungan Logam Kadmium dalam Budidaya Sawi Hijau. *Jurnal Agrisistem BTTP*, (12): 37-41.
- Marganof. 2003. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Cadmium, Tembaga) di Perairan*. Bogor: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Munarso, J., Suismono., Murtiningsih., Misgyarta.R., Nurdjannah., Widaningrum. M., Hadipernata. L., Sukarno., Danuarsa dan Wahyudiono. 2005. Identifikasi Kontaminan dan Perbaikan Mutu Sayuran. *Laporan Akhir Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Pasaribu. 2017. Kandungan Logam Berat Pb pada Kol dan Tomat di Beberapa Kecamatan Kabupaten Karo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*-ISSN. No. 2337-6597 Vol. 5 No. 2, April 2017 (45): 355-360.
- Putra, I.N.K. 2009. Efektivitas Berbagai Cara Pemasakan terhadap Penurunan Kandungan Asam Sianida Berbagai jenis Rebung Bambu. *Agrotekno*. Volume 15 Nomor 2: 40-42.
- Ramadhan, T dan Siti Aminah. 2014. Pengaruh Pemasakan terhadap Kandungan Antioksidan Sayuran. *Buletin Pertanian Perkotaan*. Vol. 2 Nomor 2.
- Riyadi, Putut Har; Apri Dwi Anggo; Romadhon. 2016. Efektivitas Depurasi untuk Menurunkan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd dalam Daging Kerang Darah (*Anadara granossa*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan ke-V. Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Juni 2016. Prodi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro. Semarang halm: 486-492.
- Sundari; Alamsyuri; A. Lamid. 2015. Pengaruh Proses Pemasakan terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Media Litbangkes*. Vol. 25. No. 4, 235-242.
- Triani, I. G. A. L., Gunam. I. B. W dan Puspawati. N. 2011. Identifikasi Kandungan Pb dan Cd pada Tanaman Kangkung yang Ditanam di Sekitar Jalan Ida Bagus Mantra, Bali. *Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia* (2): 517-525.

- Umbara, Heru; Heny Suseno. 2006. *Faktor Bioakumulasi Pb oleh Kerang Darah (Anadara granosa)*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. Batan Tenaga Atom Nasional (BATAN).
- Widowati, Hening; Widya Sartika Sulistiani; Agus Sutanto. Manajemen Pengolahan untuk Mempertahankan Mutu Sayuran. *Laporan Penelitian Produk Terapan*, Universitas Muhammadiyah Metro: LPPM
- Widowati, Wahyu; Astiana Sastiono, & Raymond Jusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam-Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Widyaningrum, 2007. Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemar. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. Vol. 3. 2007
- Williams , 1979. *Food Fundamentals*. John Willey and Sons. New York. Toronto.
- Winarno, FG, 2004 . *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia.