

PENGARUH PENGGUNAAN TAWAS PADA PAKAN TERHADAP TOKSISITAS DAN KADAR ALUMINIUM ORGAN TIKUS *IN VIVO*

The Effect of using tawas in feed on toxicity and level of aluminum in rat organ in vivo

Nurrahman¹, Retno Murwani² dan Nur Yazid³

¹Program Studi Teknologi Pangan UNIMUS

²Fakultas Peternakan UNDIP

³Fakultas Kedokteran UNIMUS

Korespondensi, email: nurrahmanmail@yahoo.com

Abstract

The use of tawas as an food additive has widely used in processing, such as the manufacture of smoked fish, salted eggs and meatballs. This study aims to determine the effect of using tawas as addition in food processing to health. There are two groups of mice each containing 11 mice, one group was given a diet that has been given 0.8 percent tawas and the other one was given diet without the addition of tawas (control group). The issue of diet and water is by ad libitum conducted in 30 days. During the experiment it was recorded the feed intake, performance (behavioral), the appearance of the skin, eyes, feces and urine, and body weight. After the maintenance mice were killed, then conducted an analysis of organ weight and levels of aluminum organ. There was a tendency of tawas addition on feed causing less consumption and weight loss on mice. Granting tawas to treated rats showed no differences in physical appearance of behavior, skin, eyes and feces, and also no differences in organ weight. While there are differences appear in the urine, which treated rats urine looks a bit turbid than the other one. There is deposits of aluminum in organs like heart, liver, lung, pancreas, kidney and bone. Deposit aluminum at pancreas is the most than the other organs. There are not found any clinical symptoms in both control and treated rats.

Key words= Alum, toxicity, aluminium

PENDAHULUAN

Penelitian-penelitian mengenai bahaya aluminium dalam kesehatan sudah mulai dilakukan mulai tahun 1929-an. Karena penelitian Aluminium dalam bahan pangan belum muncul sampai saat ini, maka penelitian tersebut harus dirunut kembali pada tahun-tahun awal ditelitinya pengaruh Aluminium dalam tubuh hewan coba tikus.

Aluminium yang masuk melalui makanan kurang dapat diserap/diabsorpsi di saluran cerna dan hanya sejumlah kecil garam

aluminium yang diabsorpsi. Pemberian Aluminium Sulfat dalam diet tikus sebesar 170 ppm dan 355 ppm menunjukkan bahwa asupan aluminium yang lebih tinggi diikuti dengan ekskresi faecal yang lebih tinggi. Namun ekskresi urin tidak berbeda. Pemberian dosis tinggi aluminium sulfat sebesar 2835 ppm dalam ransum tikus menyebabkan turunnya jumlah konsumsi makan dan bobot badan. Ekskresi aluminium juga meningkat dan 70% dari asupan aluminium diekskresikan ke faeces, namun retensi aluminium juga meningkat sampai 20 kali. Tikus yang menerima

aluminium sulfat dengan waktu yang lebih lama sampai 26 hari menunjukkan peningkatan retensi aluminium dalam hati, otak, testes, darah, dan paha. LD50 dari $Al_2(SO_4)_3$ yang diberikan pada tikus (mouse) melalui mulut dengan waktu pengamatan selama satu bulan adalah 6200 mg/kg BB (Ondreicka *et al.*, 1966).

Pada hewan percobaan, penyerapan aluminium melalui saluran cerna biasanya kurang dari 1%. Faktor-faktor yang mempengaruhi absorpsi adalah kelarutan, pH, dan bentuk kimia aluminium. Bentuk garam sitrat meningkatkan absorpsi dan absorpsi aluminium dapat berinteraksi dengan sistim pengangkutan calcium dan besi. Ekskresi utama adalah melalui urin dengan waktu paruh plasma satu jam. Distribusi dalam organ-organ tubuh meliputi semua organ, namun dengan asupan Al tinggi maka akumulasi terjadi utamanya di tulang. Aluminium dapat menembus "blood-brain barrier" dan dapat ditransfer ke fetus. Gangguan tingkah laku terdeteksi pada hewan coba yang diberi garam aluminium laktat dan chlorida dalam makanannya atau dalam air minum pada dosis 50 mg Al/kg BB per hari. Pemberian Al melalui per oral menyebabkan gangguan tulang (osteomalacia) baik di tikus, hewan besar seperti anjing dan babi, serta juga manusia dimana kandungan Al tulang mencapai 100 – 200 μ g/g tulang (WHO, 1997).

Meskipun berbagai penelitian garam Al telah dilakukan, namun khusus untuk Tawas atau aluminium sulfate tetra/okta decahydrat belum ada. Konsumsi aluminium sulfate tetra/okta decahydrat dalam jumlah besar melalui makanan atau minuman diduga akan menyebabkan iritasi lapisan saluran cerna, mengingat Al dapat menurunkan keasaman dengan mengikat anion. Namun belum ada informasi konsumsinya pada hewan dan manusia karena rute via makanan/minuman ini

jarang ditemukan dan bukan merupakan rute paparan umum yang ditemui dalam pekerjaan (Cheminfo, 2005).

Keracunan Al biasanya berhubungan dengan bahaya pekerjaan, yang tidak berkaitan dengan pangan. Penelitian-penelitian di atas baru sebatas penggunaan garam-garam Aluminium murni yang berbeda kondisinya dengan tawas yang digunakan sebagai BTP. Informasi keamanan tawas belum diketahui dan karena dalam praktek di lapang dipakai sebagai BTP selama pengolahan maka perlu dilakukan uji keamanan pangan. Uji keamanan ini dilakukan dengan menggunakan bahan makanan yang telah diberi perlakuan tawas sebagai bahan pembantu pengolahan makanan sehingga dapat memberikan informasi yang sesuai dengan praktek di masyarakat.

Penelitian tentang aspek keamanan dari tawas ini secara umum bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tawas sebagai bahan pembantu pengolahan makanan terhadap kesehatan. Adapun tujuan khususnya dalam penelitian ini untuk mendapatkan data-data ilmiah tentang kandungan aluminium pada organ tubuh dan toksisitas tawas dengan melihat pengaruh tawas terhadap penampilan tikus, penampilan organ tubuh tikus, iritasi kulit, iritasi mata dan berat organ tikus.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus varietas wistar berjenis kelamin jantan berumur 2 bulan, tawas, diethyl eter, pakan tikus dan seperangkat bahan kimia yang digunakan untuk analisa kadar aluminium. Peralatan yang diperlukan antara lain kandang tikus, timbangan ohaus, timbangan analitis, AAS (Shimadzu type AA 6200), seperangkat alat bedah dan seperangkat alat kimia untuk analisa kadar aluminium.

Dua kelompok tikus percobaan masing-masing berisi 11 ekor, satu kelompok diberi ransum yang telah diberi tawas sebanyak 0,8 persen (kelompok perlakuan) dan kelompok lain ransum tanpa penambahan tawas (kelompok kontrol). Pemberian ransum dan air dilakukan secara *ad libitum* selama 30 hari, dan selama percobaan dicatat konsumsi ransum, penampilan (behavioral) dan pertambahan berat badan tikus masing-masing.

Pada akhir percobaan tikus-tikus diperiksa kulit, mata dan penampakan lain dari masing-masing, kemudian dimatikan dengan menggunakan dietil eter. Tikus yang telah mati dibedah dan diambil organ tubuhnya (ginjal, jantung, paru-paru, liver, tulang dan pankreas) untuk diperiksa dan ditimbang. Berat masing-masing organ dinyatakan dalam berat relatif terhadap berat tikus hidup. Apabila dari hasil pemeriksaan kulit, mata, dan penampilan serta pemeriksaan dan penimbangan organ pada tikus kelompok perlakuan dan kontrol terdapat perbedaan yang nyata, berarti telah terjadi keracunan oleh tawas sehingga menyebabkan kelainan.

Analisa kandungan aluminium dilakukan terhadap organ tubuh tikus percobaan. Pengambilan sampel organ tubuh diambil bersamaan dengan akhir dari uji keamanan. Metode yang digunakan untuk menganalisa kandungan aluminium pada obyek penelitian dengan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS).

Untuk menganalisa kandungan aluminium pada sampel, terlebih dahulu sampel diabukan dengan metode pengabuan kering. Pengabuan dilakukan dengan tanur pada suhu 550⁰ C, sampel yang telah menjadi abu dilarutkan dalam larutan HCl pekat dan diencerkan dengan akuades (volume terukur). Hasil dari separasi ini dilanjutkan analisa aluminium dengan

menggunakan AAS pada panjang gelombang 309,3 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Konsumsi Pakan per Hari

Konsumsi pakan antara 10.444 sampai 14,488 gram per hari. Rata-rata keseluruhan tikus kontrol konsumsi pakan adalah 11,949 gram per hari. Sedangkan pada tikus yang diberi perlakuan dengan menambah 0,8 persen tawas pada pakan. Konsumsi pakan pada kelompok tikus ini antara 10,575 sampai 12,029 gram per hari. Rata-rata keseluruhan tikus perlakuan konsumsi pakan adalah 11,520 gram per hari.

Pertumbuhan Berat Badan Tikus

Tabel 1 menunjukkan perubahan berat badan tikus selama 30 hari pada tikus kontrol dan perlakuan. Dari tabel tersebut dapat diketahui semua tikus percobaan mengalami pertumbuhan berat badan. Pertumbuhan berat badan masing-masing tikus tidak sama, terendah 36,5 gram yang tertinggi 91,0 gram pada tikus kontrol, sedangkan pada tikus perlakuan terendah 21,9 gram yang tertinggi 80,0 gram. Tikus kontrol berat awal rata-rata 115,9 gram dan berat akhir rata-rata, mengalami pertumbuhan berat badan rata-rata 60,0 gram, sedangkan tikus perlakuan berat awal rata-rata 123,0 gram dan berat akhir rata-rata 171,3 gram, mengalami pertumbuhan rata-ratanya 48,3 gram.

Penampakan Fisik

Pengamatan terhadap perilaku untuk mengetahui adanya pengaruh bahan kimia terhadap sistem syaraf baik langsung maupun tak langsung. Hasil pengamatan tikus tampak normal, tidak ada perilaku yang menyimpang dari kebiasaan. Tidak ada iritasi pada mata dan

kulit, yang merupakan ciri dari adanya keracunan terhadap komponen tertentu. Penampakan fisik pada feses tidak nampak adanya bentuk lembek atau cair yang merupakan ciri dari diare. Semua feses normal, berbentuk oval khas feses tikus, padat dan berwarna hitam baik pada tikus kontrol maupun perlakuan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penambahan tawas 0.8 persen pada pakan tidak berpengaruh terhadap penampakan fisik dari perilaku, mata, kulit dan feses dari tikus percobaan.

Penampakan fisik yang berbeda terdapat pada urin, dimana semua urin tikus kontrol berwarna kuning kecoklatan yang merupakan ciri khas urin tikus normal. Sedangkan penampakan fisik urin semua tikus kelompok perlakuan menunjukkan adanya perbedaan terhadap tikus kontrol. Urin tikus perlakuan nampak lebih coklat (gelap) dan keruh.

Penampakan Makroskopis Organ

Tabel 2 adalah data perbandingan relatif antara berat organ yang meliputi jantung, hati, paru-paru, pankreas, ginjal kanan dan ginjal kiri dengan berat hidup pada tikus kontrol. Sedangkan Tabel 3 menunjukkan perbandingan relatif berat organ dengan berat hidup pada tikus yang pakannya mengandung tawas 0,8 persen (perlakuan). Dari tabel 2 di atas dapat dilihat perbandingan relatif dari organ-organ terhadap berat tikus hidup pada kelompok tikus kontrol. Rata-rata perbandingan relatif jantung 0.0032, hati 0.0439, paru-paru, pankreas 0.0028, ginjal kanan 0.0035 dan ginjal kiri 0.0034. Perbandingan tertinggi terdapat pada hati, hal ini karena berat organ hati lebih berat dibandingkan organ yang lain. Sedangkan perbandingan relatif terkecil pada pankreas. Karena memang berat pankreas teringan dibandingkan organ yang lain.

Tabel 3 menunjukkan perbandingan relatif antara berat organ dan berat hidup pada tikus perlakuan. Rata-rata perbandingan relatif jantung 0.0031, hati 0.0431, paru-paru 0.0069, pankreas 0.0027, ginjal kanan 0.0034 dan ginjal kiri 0.0034. Nilai-nilai tertinggi dan terendah perbandingan relatif antara kelompok kontrol dan perlakuan sama.

Analisa Aluminium Organ

Gambar 1 menggambarkan kadar aluminium pada organ tikus kontrol dan perlakuan yang meliputi ginjal, jantung, paru-paru, tulang (tulang bagian kaki kanan dan kiri) dan pankreas. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa semua organ yang dianalisis mengandung aluminium baik pada tikus kontrol maupun tikus perlakuan. Organ yang paling sedikit mengandung aluminium terdapat pada kaki, yakni rata-rata 2,868 ppm pada tikus kontrol dan 3,674 ppm pada tikus perlakuan. Sedangkan organ yang mengandung aluminium terbesar pada pankreas, yaitu rata-rata 29,111 ppm pada tikus kontrol dan 48,419 ppm pada tikus perlakuan.

Ada kecenderungan kadar aluminium organ perlakuan lebih banyak dibandingkan tikus kontrol, kecuali pada ginjal. Berdasarkan analisa statistik dengan metode t-student pada derajat signifikan 0,05 diperoleh bahwa beda nyata antara kadar aluminium liver dan pankreas, sedangkan pada organ lain tidak beda nyata. Dengan demikian dapat dikatakan pemberian tawas 0,8 persen pada pakan berpengaruh terhadap kadar aluminium organ liver dan pankreas.

Dilihat dari rata-rata keseluruhan dari dua kelompok tikus percobaan, tikus kontrol relatif lebih banyak konsumsi pakan per hari dibanding tikus perlakuan. Hal ini bisa dimengerti, karena tikus yang diberi pakan tanpa tawas lebih suka dibandingkan pakan

yang diberi tambahan tawas. Namun perbedaan konsumsi pakan dua kelompok ini tidak terlalu besar, yakni 0,429 gram per hari.

Menurut Muchtadi (1989), tikus putih yang biasa digunakan untuk penelitian terus mengalami pertumbuhan berat badan sampai berumur 100 hari. Terlihat bahwa tikus kontrol relatif pertumbuhannya lebih besar dibanding tikus perlakuan. Hal ini sepertinya linier dengan konsumsi pakan dimana tikus kontrol lebih banyak konsumsi pakan dibanding tikus perlakuan. Kemungkinan lain pada tikus perlakuan pertumbuhan berat badan yang lebih rendah dikarenakan nutrisi dan energi yang ada digunakan untuk proses detoksifikasi dari tawas yang masuk ke dalam tubuh. Menurut Ondreicka *et.al.* (1966) pemberian aluminium sulfat dosis tinggi sebesar 2.835 ppm menyebabkan turunnya jumlah konsumsi pakan dan bobot badan. Hal ini sesuai dengan data konsumsi pakan dan pertumbuhan badan yang diperoleh dalam penelitian ini, yakni ada kecenderungan konsumsi pakan dan berat badan dengan penambahan tawas pada pakan lebih rendah pada tikus perlakuan.

Perbedaan yang cukup besar antara pertumbuhan berat badan tikus kontrol dan perlakuan, yakni 11,6 gram. Meskipun ada perbedaan pertumbuhan berat badan yang cukup besar antara dua kelompok hewan percobaan, akan tetapi belum bisa dikatakan sebagai pengaruh tawas yang diberikan pada pakan. Hal ini dapat diketahui setelah diuji dengan menggunakan analisa statistik metode *t-student* pada $\alpha = 0,05$ diperoleh tidak signifikan. Dengan demikian dapat dikatakan pemberian tawas pada 0,8 persen pada pakan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat badan pada tikus yang diberi pakan selama 30 hari.

Namun ada kemungkinan bila konsentrasi tawas yang diberikan dalam pakan lebih tinggi

dan lama pemberian diperpanjang akan mendapat data perbedaan pertumbuhan berat badan secara signifikan. Hanya saja belum bisa diketahui apakah disebabkan karena proses detoksifikasi yang membutuhkan nutrisi dan energi, atau karena tikus tidak menyukai pakan yang diberi. Atau dua kemungkinan ini dapat terjadi secara simultan, yaitu konsumsi pakan rendah dan adanya proses detoksifikasi terhadap tawas yang masuk ke dalam tubuh.

Urin adalah cairan ekskresi dari tubuh yang dibuang melalui ginjal yang berisi komponen-komponen air, senyawa organik dan anorganik yang merupakan hasil-hasil degradasi metabolik. Warna urin normal kuning pucat atau ambar. Warnanya berubah-ubah dengan jumlah dan konsentrasi urin yang dikeluarkan, pigmen utamanya adalah urokrom dan sejumlah kecil urobilin dan hematorporfirin. Adanya komponen lain seperti methemoglobin dan asam-asam homogentisat memberi warna coklat tua. Urin biasanya transparan, tetapi pada urin alkali kekeruhan dapat timbul oleh pengendapan kalsium fosfat (Harper, Rodwell dan Mayes, 2005).

Aluminium yang merupakan salah satu unsur pembentuk tawas tergolong logam. Keberadaan Aluminium di dalam tubuh hewan dan manusia belum jelas perannya. Pada tanaman dalam keadaan ion Aluminium bebas dapat menyebabkan penghambatan translasi DNA (Haug, 1983). Oleh karena itu, tawas dapat dikelompokkan pada komponen xenobiotik. Proses detoksifikasi terhadap komponen-komponen xenobiotik yang menghasilkan komponen-komponen metabolik baik berupa senyawa organik maupun anorganik dibuang melalui urin (Hodgson dan Levi, 1987).

Hasil-hasil pembuangan dari komponen-komponen tersebut sedikit-banyak berpengaruh terhadap warna dan kekeruhan urin. Dengan demikian, penampakan fisik urin tikus

perlakuan nampak lebih coklat (gelap) dan keruh karena adanya proses detoksifikasi dari tawas yang ada di pakan. Namun belum diketahui proses detoksifikasi terhadap tawas, komponen apa yang terbentuk dan komponen yang berpengaruh terhadap terbentuknya warna dan kekeruhan pada urin.

Pengamatan histopatologis secara makroskopis dari organ tikus percobaan mungkin masih terlalu kasar untuk dapat menyimpulkan dari dua kelompok perlakuan. Mungkin perlu dilakukan pengamatan histopatologis secara mikroskopis untuk memastikan pengaruh tawas terhadap organ tikus percobaan. Menurut Muchtadi (1989), untuk melihat aspek toksisitas dari komponen kimia dengan melakukan pengujian biologis, dengan menggunakan hewan percobaan. Pengujian dilakukan dengan melihat berat relatif organ tubuh hewan percobaan yang telah diberi pakan yang mengandung komponen kimia yang diteliti dengan berat hidupnya, sebagai kontrol dalam pakannya tidak ditambahkan bahan kimia yang diteliti. Perbedaan antara dua kelompok kontrol dan perlakuan menunjukkan adanya keracunan.

Dilihat dari nilai rata-rata masing-masing organ nampak tidak terlalu jauh berbeda, bahkan cenderung mempunyai nilai sama. Berdasarkan analisa statistik metode t-student pada $\alpha = 0.05$ diperoleh tidak signifikan untuk semua organ. Jadi dapat dikatakan bahwa tidak ada pengaruh pemberian pakan dengan tawas 0.8 persen terhadap perbandingan relatif berat organ dengan berat hidup. Dengan demikian penambahan tawas 0.8 persen pada pakan tidak menyebabkan kelainan pada organ atau pengaruh toksisitas tidak terjadi pada organ. Hanya pertanyaannya bagaimana kalau jumlah dan lama konsumsi tawas ditingkatkan.

Dilihat dari nilai rata-rata semua organ, pankreas paling tinggi mengandung aluminium,

baik pada tikus kontrol maupun tikus percobaan. Penelitian sebelumnya mendapatkan kandungan aluminium tertinggi pada tulang, hanya tidak ada informasi tulang mana yang dianalisis (WHO, 1997). Sebaliknya penelitian ini mendapatkan kandungan aluminium pada tulang kaki terendah dibanding yang lain. Haugh (1983), menyatakan bahwa kandungan aluminium pada tubuh manusia 60 mg sepertiganya terdapat pada hati. Disini terjadi perbedaan hasil dimana aluminium terbanyak terdapat dalam organ pankreas.

Menurut Haugh (1983) aluminium dapat terakumulasi dalam organ tubuh, dalam waktu yang lama akan terjadi deposit, dan dapat menimbulkan keracunan atau kerusakan pada organ. Mengingat bahwa penelitian ini mendapatkan deposit terbesar pada pankreas, sedangkan pankreas merupakan organ vital terutama penghasil enzim-enzim pencernaan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh tawas terhadap pankreas. Penelitian terutama ditunjukkan apakah deposit di pankreas berpengaruh terhadap histopatologis secara mikroskopis dan peran pankreas dalam menghasilkan enzim-enzim pencernaan. Pengamatan histopatologis juga dapat dilakukan terhadap organ-organ yang lain, karena distribusi aluminium juga terdapat pada semua organ.

KESIMPULAN

Secara umum pemberian tawas 0,8 persen terhadap pakan pada tikus percobaan tidak ditemukan perbedaan antara kelompok tikus kontrol dengan tikus perlakuan. Tidak ditemukan adanya gejala klinis baik pada tikus kontrol maupun perlakuan. Dengan demikian, tidak terdapat pengaruh pemberian tawas 0,8 persen pada pakan terhadap kesehatan tikus percobaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dirjen Dikti melalui DP2M yang telah memberikan dana kepada penulis untuk melakukan penelitian melalui program penelitian Hibah Bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

Cheminfo.2005. *Canadian Centre for Occupational Health & Safety (Record Number : 764) : www.ccohs.ca*

Harper, H.A., V.W. Radwell and P.A. Mayes. 2005. *Review of Physiological Chemistry, eds. 25*. Terjemahan. Penerbit Buku Kedokteran E.G.C., Jakarta.

Haugh, A. 1983. *Molecular Aspects of Aluminium Toxicity*. CRC Critical Review in Plant Sciences, 1(4) p: 345-373.

Hodson, E and P.E. Levi. 1987. *Modern Toxicology*. Elsevier, New York.

Muchtadi, D. 1989. *Evaluasi Nilai Gizi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

Ondreicka, R., Ginter E, & Kortus J. 1966. *Chronic toxicity of aluminum in rats and mice and its effects on phosphorus metabolism*. British Journal of Industrial Medicine, Vol. 23(4): 305-312.

World Health Organization (WHO). *United Nations Environment Programme International Labour Organisation. International Programme On Chemical Safety; 1997*.

Tabel 1. Pertumbuhan berat badan tikus selama 30 hari (gram)

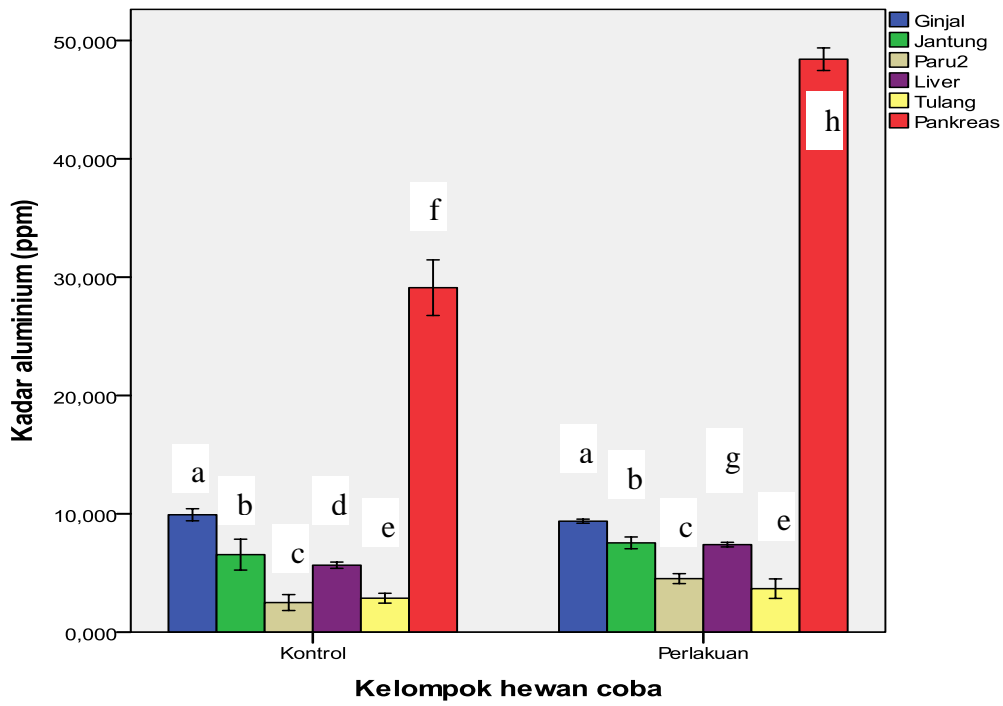
Tikus kontrol	Berat awal	Berat akhir	Perubahan berat	Tikus Perlakuan	Berat awal	Berat akhir	Perubahan berat
K1	115.6	180.1	64.5	P1	127.1	168.1	41.0
K2	129.6	220.6	91.0	P2	91.2	148.6	57.4
K3	135.1	178.6	43.5	P3	118.9	140.8	21.9
K4	69.1	159.1	90.0	P4	105.1	185.1	80.0
K5	104.1	149.6	45.5	P5	122.1	176.1	54.0
K6	92.6	129.1	36.5	P6	131.6	161.1	29.5
K7	131.1	180.1	49.0	P7	126.6	177.1	50.5
K8	143.1	183.1	40.0	P8	132.8	186.4	53.6
K9	126.9	173.6	46.7	P9	130.6	188.1	57.5
K10	113.1	193.1	80.0	P10	140.7	179.1	38.4
K11	114.6	187.6	73.0	P11	126.6	173.6	47
Rata-rata	115.9	175.9	60.0	Rata-rata	123,0	171.3	48.3

Tabel 2. Perbandingan relatif antara berat organ dan berat hidup pada tikus kontrol

Kode tikus	Jantung	Hati	Paru2	Pankreas	Ginjal kanan	Ginjal kiri
K1	0.0029	0.0468	0.0074	0.0034	0.0029	0.0031
K2	0.0038	0.0440	0.0085	0.0026	0.0041	0.0038
K3	0.0031	0.0442	0.0066	0.0034	0.0030	0.0035
K4	0.0040	0.0479	0.0073	0.0033	0.0042	0.0039
K5	0.0036	0.0483	0.0079	0.0027	0.0041	0.0043
K6	0.0031	0.0446	0.0076	0.0029	0.0038	0.0034
K7	0.0027	0.0422	0.0066	0.0024	0.0033	0.0033
K8	0.0028	0.0438	0.0081	0.0020	0.0033	0.0033
K9	0.0031	0.0410	0.0067	0.0031	0.0036	0.0037
K10	0.0030	0.0376	0.0069	0.0028	0.0027	0.0026
K11	0.0030	0.0423	0.0073	0.0029	0.0031	0.0029
Rata-rata	0.0032	0.0439	0.0074	0.0028	0.0035	0.0034

Tabel 3. Perbandingan relatif antara berat organ dan berat hidup pada tikus perlakuan

Kode tikus	Jantung	Hati	Paru2	Pankreas	Ginjal kanan	Ginjal kiri
P1	0.0039	0.0410	0.0054	0.0025	0.0033	0.0033
P2	0.0032	0.0464	0.0056	0.0019	0.0039	0.0040
P3	0.0031	0.0486	0.0054	0.0022	0.0035	0.0033
P4	0.0031	0.0393	0.0067	0.0039	0.0033	0.0033
P5	0.0033	0.0473	0.0066	0.0030	0.0037	0.0034
P6	0.0036	0.0435	0.0073	0.0029	0.0040	0.0045
P7	0.0028	0.0433	0.0095	0.0025	0.0031	0.0031
P8	0.0026	0.0395	0.0078	0.0024	0.0033	0.0034
P9	0.0029	0.0360	0.0055	0.0024	0.0032	0.0035
P10	0.0029	0.0477	0.0092	0.0029	0.0033	0.0031
P11	0.0031	0.0412	0.0067	0.0024	0.0033	0.0029
Rata-rata	0.0031	0.0431	0.0069	0.0027	0.0034	0.0034



Gambar 1. Grafik pengaruh penggunaan tawas (0,8%) pada pakan terhadap kadar aluminium organ tikus. Perbedaan huruf antara kontrol dan perlakuan menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

