

Kajian Pustaka: Intoksikasi Deltametrin pada Hewan Kesayangan

(*DELTA METHRIN INTOXICATION IN PETS: A LITERATURE REVIEW*)

Yustina Septi Dyanitha¹, Lona Milena¹, Ni Made Rita Adnyani¹,
Puja Audri Octa Vianis¹, Made Ade Pranatawan¹, I Wayan Batan²

¹Mahasiswa Profesi Dokter Hewan,

²Laboratorium Diagnosis Klinik, Patologi Klinik, dan Radiologi Veteriner,

Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana,

Jl. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia, 80234;

Telp/Fax: (0361) 223791

Email: septidyanitha26@gmail.com

ABSTRAK

Deltametrin atau (*S*)-*alpha*-cyano-3-phenoxybenzyl(1R,3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropan-1-carboxylate (C₂₂H₁₉Br₂NO₃) adalah jenis insektisida piretroid sintetis yang sering digunakan dalam pertanian serta pengendalian hama di lingkungan rumah tangga. Pada bidang medik veteriner, deltametrin umum digunakan untuk ektoparasitida terhadap lalat, kutu, pinjal, dan caplak untuk mencegah penyakit *vector-borne*. Penggunaan insektisida ini dalam mengontrol ektoparasit pada peternakan telah memberikan dampak nilai ekonomi yang berarti bagi peternak. Mekanisme kerja deltametrin melibatkan interaksi dengan kanal natrium yang mengakibatkan hiperstimulasi saraf dan menimbulkan gejala seperti tremor, kram, dan kejang pada serangga. Deltametrin dipasarkan sebagai pengganti dari insektisida organoklorin dan organofosfat dengan risiko intoksikasi yang lebih rendah. Meskipun toksisitas deltametrin dianggap rendah, paparan pada dosis tinggi atau dalam jangka waktu lama dapat mengakibatkan intoksikasi. Intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan dapat berdampak pada sistem saraf, kulit, saluran pernapasan, serta organ lain dalam tubuh. Pada kejadian intoksikasi yang parah, kerusakan hati dapat berakibat fatal. Proses metabolisme deltametrin dan efek toksisitasnya juga menjadi fokus kajian. Hingga kini belum ada antidot spesifik untuk deltametrin, sehingga penanganan dilakukan secara simptomatis dan suportif. Penanganan intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan dilakukan dengan terapi cairan, pemberian antikonvulsan, diuretik, dan penggunaan *muscle relaxant*. Terapi cairan dan obat diuretik diberikan untuk mempercepat proses detoksifikasi deltametrin. Penggunaan antioksidan alami seperti *alpha lipoic acid*, *Saussurea lappa*, *Spirulina platensis*, dan *Ocimum basilicum* dapat membantu mengurangi kerusakan pada organ hati dan ginjal akibat intoksikasi. Artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman terkait risiko intoksikasi deltametrin dan tindakan pencegahan intoksikasi seperti penggunaan dengan dosis aman, menjaga jarak dari area aplikasi insektisida, serta penjagaan hewan kesayangan untuk mengurangi risiko paparan.

Kata-kata kunci: anjing; deltametrin; detoksifikasi; intoksikasi; kucing; tikus

ABSTRACT

Deltamethrin or (*S*)-*alpha*-cyano-3-phenoxybenzyl(1R,3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropan-1-carboxylate (C₂₂H₁₉Br₂NO₃) is a type of synthetic pyrethroid insecticide often used in agriculture as well as pest control in domestic environments. In veterinary medicine, deltamethrin is commonly used as an ectoparasiticide against flies, fleas, lice and ticks to prevent vector-borne diseases. The use of this insecticide in controlling ectoparasites in livestock farming has had a significant economic value impact on farmers. The mechanism of action of deltamethrin involves interaction with sodium channels resulting in

nerve hyperstimulation and symptoms such as tremors, cramps and convulsions in insects. Deltamethrin is marketed as a substitute for organochlorine and organophosphate insecticides with a lower risk of intoxication. Although the toxicity of deltamethrin is considered low, exposure at high doses or over a long period of time may result in intoxication. Deltamethrin intoxication in pet animals can affect the nervous system, skin, respiratory tract and other organs in the body. In severe cases of intoxication, liver damage can be fatal. The metabolic process of deltamethrin and its toxicity effects are also the focus of study. Until now, there is no specific antidote for deltamethrin, so treatment is carried out symptomatically and supportively. Treatment of deltamethrin intoxication in pet animals is carried out with fluid therapy, administration of anticonvulsants, diuretics, and the use of muscle relaxants. Fluid therapy and diuretic drugs are given to accelerate the detoxification process of deltamethrin. The use of natural antioxidants such as alpha lipoic acid, *Saussurea lappa*, *Spirulina platensis*, and *Ocimum basilicum* can help reduce damage to the liver and kidneys due to intoxication. This article aims to provide an understanding of the risk of deltamethrin intoxication and preventive measures for intoxication such as using safe doses, keeping a distance from insecticide application areas, and pet guarding to reduce the risk of exposure.

Keywords: cats; dogs; deltamethrin; detoxification; intoxication; rats

PENDAHULUAN

Hewan kesayangan telah lama menjadi bagian dari kehidupan manusia. Manusia memiliki kecenderungan alami untuk merawat dan membentuk ikatan dengan makhluk hidup di sekitarnya. Interaksi dengan hewan kesayangan dapat meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental manusia, serta mengurangi tekanan darah dan kadar stres. Baik itu anjing, kucing, burung, ikan, atau hewan peliharaan lainnya. Terdapat masalah yang seringkali ditemukan pada hewan kesayangan yaitu adanya ektoparasit seperti caplak, tungau, pinjal, dan kutu yang dapat membawa penyakit *vector-borne*. Untuk itu penggunaan anti-ektoparasit sering digunakan untuk mengatasi masalah pada hewan kesayangan.

Pada bidang medik veteriner, deltametrin umum digunakan sebagai anti-ektoparasit terhadap lalat, kutu, pinjal, dan caplak. Deltametrin adalah pestisida yang termasuk dalam kelompok piretroid sintetis. Pestisida adalah sekelompok bahan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga, gulma, jamur atau bakteri. Umumnya disebut insektisida, fungisida, bakterisida, herbisida atau rodentisida. Sebagian besar pestisida memiliki kemampuan untuk menghancurkan berbagai macam hama atau gulma, tetapi beberapa dikembangkan untuk melawan hama atau patogen tertentu. Terkait manfaatnya, tidak mengherankan bila penggunaan pestisida sudah menjadi suatu kebutuhan. Sebagian besar bahan kimia ini dirancang sedemikian rupa untuk mengganggu aktivitas fisiologis organisme target, menyebabkan disfungsi, dan penurunan vitalitas. Residu pestisida dapat menjadi sumber kontaminasi faktor lingkungan yang signifikan seperti udara, air, dan tanah. Fenomena ini bisa

menjadi ancaman terus menerus terhadap koeksistensi komunitas tumbuhan dan ekosistem (Rajendran, 2003).

Deltametrin adalah kelas insektisida baru yang digunakan pada tanaman, hewan peliharaan dan ternak, pengendalian hama rumah, dan pengendalian vektor malaria yang termasuk dalam kelompok piretroid sintetik, yang dipromosikan sebagai pengganti senyawa organofosfat (Ilyas *et al.*, 2023). Organofosfat (*organophosphate*) sebelumnya berhasil digunakan untuk mengendalikan malaria dan tifus, tetapi penggunaannya dilarang di beberapa negara terkait persistensinya yang tinggi terhadap lingkungan (Aktar *et al.*, 2009). Efektivitas deltametrin sebagai pembasmi hama sangat tinggi, tetapi aplikasi insektisida ini secara terus menerus dapat menyebabkan polusi insektisida pada lingkungan akibat penggunaan yang kurang terkontrol, aplikasi dosis yang tidak sesuai, dan paparan yang berlangsung lama dapat menimbulkan residu pada organisme bukan target dan metabolit hasil reaksi dalam tubuh dapat memberikan pengaruh toksisitas bagi organisme tersebut (Humadai *et al.*, 2020). Akibat penggunaannya yang meningkat, jumlah kasus keracunan yang terkait dengan deltametrin berpotensi terjadi pada hewan kesayangan. Tujuan penulisan kajian pustaka ini adalah untuk meningkatkan pemahaman mengenai pencegahan, mekanisme intoksikasi, dan penanganan yang tepat pada kejadian intoksikasi deltametrin, sehingga mampu meningkatkan kualitas hidup hewan kesayangan.

METODE PENULISAN

Metode yang dilakukan pada penulisan artikel ini adalah penelusuran literatur. Penelusuran literatur dilakukan dengan melakukan pencarian data dari buku, jurnal, dan artikel terkait yang berasal dari beberapa sumber pangkalan data seperti *Google scholar*, *Pubmed*, dan *ResearchGate* dengan menggunakan kata kunci “Intoksikasi Deltametrin pada Hewan Kesayangan”. Kriteria artikel yang dipilih adalah laporan kasus terbitan jurnal internasional yang diterbitkan pada rentang 20 tahun terakhir. Objek kajian pada artikel ini mencakup karakteristik bahan deltametrin, tanda klinis dan mekanisme intoksikasi deltametrin, penanganan, serta pencegahan intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan. Namun, tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan literatur seperti buku-buku yang ditulis di luar 20 tahun terakhir, dengan tujuan untuk memperkaya informasi dalam tinjauan literatur ini. Data dari literatur lalu dikumpulkan untuk digunakan sebagai pembandingan antar kasus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deltametrin merupakan insektisida piretroid sintetis tipe II yang dipasarkan pertama kali pada tahun 1977 (Song *et al.*, 2015). Insektisida jenis ini semakin luas digunakan sebagai pengganti organoklorin dan organophospat karena memiliki spektrum yang luas dengan toksisitas yang rendah (Parmar *et al.*, 2016). Secara luas, deltametrin digunakan sebagai pestisida untuk melindungi produk agrikultur, kontrol hama pada rumah tangga, serta pencegahan penularan penyakit melalui vektor seperti penyakit malaria (Ilyas *et al.*, 2023).

Pada penggolongan berdasarkan *Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC), deltametrin termasuk golongan 3A Piretroid. Struktur kimia deltametrin adalah (*S*)-*alpha*-cyano-3-phenoxybenzyl(1*R*,3*R*)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropan-1-carboxylate (C₂₂H₁₉Br₂NO₃) yang merupakan derivatif dibromovinil dari piretrin (Zhou *et al.*, 2019). Deltametrin stabil secara kimiawi, sehingga efektivitasnya tetap baik meski terkena paparan produk pengurai, di samping itu tekanan uap yang rendah pada deltametrin (2,0×10⁻⁶ Pa atau 1,5×10⁻⁸ mm Hg) membuat deltametrin tidak mudah menguap dan risiko intoksikasi melalui inhalasi lebih rendah. Sifat deltametrin yang lipofilik membuat zat ini tidak mudah larut dalam air, tetapi mudah larut dalam pelarut organik (Rehman *et al.*, 2014). Deltametrin dapat menyebabkan polusi insektisida pada lingkungan akibat penggunaan yang kurang terkontrol, aplikasi dosis yang tidak sesuai dan pemaparan yang berlangsung lama dapat menimbulkan residu pada organisme bukan target, dan metabolit hasil reaksi dalam tubuh dapat memberikan pengaruh toksisitas bagi organisme tersebut (Humadai *et al.*, 2020).

Mekanisme Kerja Deltametrin

Deltametrin adalah insektisida golongan piretroid (tipe II) ester. Piretroid adalah senyawa kimia sintetis yang mirip dengan piretrin kimiawi alami yang dihasilkan oleh bunga piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* dan *C. coccineum*) dan digunakan sebagai insektisida secara luas (Dietz *et al.*, 2009). Sebagai zat kimia yang dapat memengaruhi sistem saraf serangga, deltametrin juga dapat memiliki efek pada organisme non-target yang menyebabkan perubahan fungsi saluran natrium jika tidak digunakan dengan benar (Bradberry *et al.*, 2005). Deltametrin dapat menyebabkan gangguan pada saluran natrium, aktivitas saraf paralisis, dan kematian pada serangga. *Target site* dari insektisida deltametrin ini yaitu *gen voltage gated sodium channel* (VGSC). Insektisida ini beracun terhadap serabut saraf (akson). Racun tersebut terikat pada suatu protein dalam saraf yang dikenal sebagai VGSC. Impuls saraf yang mengalami stimulasi secara terus menerus dapat mengakibatkan berbagai gangguan neurologis pada serangga seperti hipereksitasi (kegelisahan) dan konvulsi (kekejangan),

sehingga serangga kehilangan kemampuan untuk bergerak dan melakukan fungsi normalnya (Djojsumarto, 2008). Menurut Hasan (2006), cara kerja piretroid adalah memengaruhi sistem saraf serangga dengan merusak sel-sel saraf yang berakhir dengan kelumpuhan.

Intoksikasi Deltametrin pada Hewan

Paparan lingkungan yang berlebihan terhadap zat ini dapat menyebabkan intoksikasi atau keracunan deltametrin pada manusia atau hewan. Mekanisme intoksikasi ini terjadi melalui gangguan pada sistem saraf, terutama melalui interaksi dengan kanal natrium pada sel-sel saraf. Dalam kondisi intoksikasi, deltametrin memicu pembukaan saluran natrium secara berlebihan, mengakibatkan masuknya natrium yang berlebihan ke dalam sel saraf. Hasilnya, terjadi hiperstimulasi saraf yang dapat menimbulkan berbagai gejala seperti tremor, kram, kejang, dan gangguan koordinasi otot. Selain itu, deltametrin juga dapat memengaruhi saluran klorida yang mengatur potensial membran sel saraf, serta memiliki efek pada neurotransmitter seperti serotonin dalam otak (Ray dan Fry, 2006).

Efek intoksikasi yang ditimbulkan tidak hanya pada sistem saraf, tetapi juga pada berbagai organ tubuh manusia atau hewan. Kulit dapat mengalami iritasi, gatal-gatal, dan ruam jika terpapar langsung karena deltametrin dapat mengganggu integritas kulit dan memicu peradangan. Saluran pernapasan dapat teriritasi oleh inhalasi debu atau uap deltametrin yang dapat menyebabkan batuk, kesulitan bernapas, dan reaksi bronkospasme pada individu rentan. Mata juga rentan terhadap paparan langsung dengan risiko iritasi, peradangan, dan kemerahan. Apabila deltametrin tertelan, sistem pencernaan bisa mengalami gangguan seperti mual, muntah, dan diare (Tomassoni *et al.*, 2015).

Jika termakan, deltametrin akan dimetabolisme di hati oleh enzim mikrosomal hati dan memungkinkan turunan deltametrin toksik menumpuk di hati. Toksin deltametrin juga dapat ditemukan di ginjal yang merupakan organ ekskresi utama tubuh. Di dalam pemeriksaan biokimia darah, kerusakan hati dan ginjal sering ditandai dengan perubahan konsentrasi metabolit penanda dan enzim seperti *aspartate transaminase* (AST), *alanine aminotransferase* (ALT), *alkaline phosphatase* (ALP), dan *Lactate Dehydrogenase* (LDH) di hati, serta urea, chromium (Cr), dan renin pada ginjal (Liu *et al.*, 2022). Deltametrin berdampak pada profil darah berupa hipoproteinemia, hipoalbuminemia, hiperkolesterolemia, hipoglikemia dan peningkatan signifikan serum aspartat aminotransferase, alanine aminotransferase, dan aktivitas alkali fosfatase. Sementara pada kucing, kurangnya enzim transferase glukuronil pada kucing dapat menjadi salah satu penyebab keracunan deltametrin. Penelitian Boland dan Angles (2010) serta Haworth dan Smart (2012) menunjukkan bahwa kepekaan kucing terhadap

permetrin mungkin terkait dengan defisiensi enzim glukuronil transferase. Kekurangan enzim ini menyebabkan permetrin dimetabolisme oleh hati lebih lambat, yang meningkatkan waktu penyerapan permetrin di jaringan target.

Pada anjing yang diberi dosis deltametrin yang sama dalam *polyethylene glycol* (PEG) 200 secara oral dalam kapsul gelatin selama 13 minggu, diikuti dengan periode pemulihan 20 minggu, feses anjing-anjing percobaan diamati berbentuk cair selama periode pemberian dosis pada semua kelompok perlakuan dosis dan terkadang muntah. Adapun dosis yang diberikan adalah 1, 2,5 dan 10 mg/kg BB/hari. Tanda-tanda neurotoksisitas (tidak stabil, tremor dan gerakan menyentak) terlihat pada pemberian dosis 10 mg/kg BB/hari, terutama dalam empat minggu pertama pemberian dosis. Variasi refleks patela diamati pada dosis 1 mg/kg BB/hari dan di atasnya dan ini bertahan pada beberapa anjing selama masa pemulihan setelah pengobatan dengan 1 mg/kg BB/hari. Perubahan pada *electroencephalogram* (EEG) diamati pada beberapa anjing pada pemberian dosis 2,5 dan 10 mg/kg BB/hari. Tidak ada efek patologi mikroskopis yang ditemukan pada anjing perlakuan (Jhamtani, 2018).

Rute prinsip metabolisme pada hewan pengerat melibatkan pembelahan tautan ester untuk menghasilkan gugus asam dan alkohol, oksidasi dari berbagai bagian molekul sebelum atau sesudah pembelahan tautan ester, dan konjugasi dengan asam sulfat, glisin, atau asam glukuronat dari produk oksidasi. Sekitar 13-21% deltametrin yang tidak berubah diekskresikan dalam urin dan feses dalam rentang waktu dua sampai empat hari (Rehman *et al.*, 2014).

Penanganan Intoksikasi Deltametrin pada Hewan Kesayangan

Tidak ada antidot spesifik untuk penanganan intoksikasi deltametrin pada hewan. Penanganan pertama keracunan deltametrin dilakukan dengan terapi cairan, antikonvulsan, diuretik, dan *muscle relaxant*. Perlu dipastikan penyebab intoksikasi karena gejala klinis umumnya hampir sama dengan intoksikasi insektisida lain. Pemeriksaan darah rutin, pemeriksaan fungsi hati dan ginjal, profil koagulasi, dan elektrokardiogram perlu dilakukan untuk melihat tingkat keparahan (Ilyas *et al.*, 2023). Terapi cairan dengan NaCl 0,9% dan dextrose 5% dilakukan untuk mempercepat proses detoksifikasi deltametrin (Değirmençay, 2023). *Ringer Lactate* dapat diberikan, tetapi perlu diperhatikan jika hewan mengalami hiperkalemia (Klainbart *et al.*, 2014). Obat diuretik diberikan melalui intravena bersamaan dengan terapi cairan untuk mempercepat keluarnya deltametrin dari tubuh. Furosemide umum digunakan sebagai diuretik dalam penanganan intoksikasi insektisida (Parmar *et al.*, 2016). Diazepam digunakan sebagai *muscle relaxant* untuk mengatasi gejala neurologis karena intoksikasi deltametrin pada anjing dan kucing (Değirmençay, 2023; Parmar *et al.*, 2016).

Pada fase awal intoksikasi, terapi cairan sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya penurunan drastis myoglobin, sehingga kerusakan ginjal dapat dihindari (Anadón *et al.*, 2009). Pemberian *Spirulina platensis* yang berfungsi sebagai antioksidan pada stase awal intoksikasi berperan penting dalam mencegah terjadinya kerusakan terutama pada organ hati dan ginjal (Abdel-Daim *et al.*, 2013). Beberapa penelitian menunjukkan efektivitas antioksidan alami seperti *alpha lipoic acid* (ALA), tanaman *Saussurea lappa*, *Spirulina platensis*, serta *Ocimum basilicum* pada tikus (Abdel-Daim *et al.*, 2013; Abdou dan Abdel-Daim, 2014; Alnahdi *et al.*, 2016; Sakr *et al.*, 2012). *Saussurea lappa* dan *Spirulina platensis* disamping mengandung antioksidan juga bersifat hepatoprotektan, sehingga dapat membantu dan mengurangi kerusakan hati dan ginjal, sedangkan *Ocimum basilicum* bermanfaat sebagaiantisipasi terhadap kerusakan ginjal pada intoksikasi deltametrin (Sakr *et al.*, 2012). Intoksikasi dari deltametrin secara kronis juga dapat dibantu dengan pemberian antioksidan.

Pencegahan Intoksikasi Deltametrin

Penting untuk mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat agar terhindar dari intoksikasi atau paparan berlebih terhadap deltametrin. Beberapa langkah yang dapat dilakukan yaitu; penggunaan obat dengan dosis yang tepat, frekuensi pengaplikasian, menggunakan peralatan pelindung diri dan pelindung untuk hewan kesayangan, hindari aplikasi di dekat area makanan; air minum; atau tempat bermain hewan, serta hindari mencampur deltametrin dengan bahan kimia lain. Frekuensi aplikasi deltametrin disesuaikan dengan keparahan infestasi parasit, serta siklus hidup dari parasit tersebut. Dosis penggunaan produk komersil deltametrin pada anjing dan kucing adalah 0,1-0,2 mg deltametrin untuk setiap pemberian. Pengulangan aplikasi deltametrin umumnya dilakukan setiap 10-14 hari. Pasca penggunaan deltametrin, bersihkan peralatan dengan baik dan mencuci tangan secara menyeluruh dengan sabun dan air. Pendekatan *Integrated Pest Management* (IPM) yang mencakup berbagai metode pengendalian hama, seperti penggunaan musuh atau predator alami, tanaman tahan hama, dan perawatan sanitasi.

Maka dari itu, pencegahan intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan dapat dilakukan dengan cara menjauhi lokasi pengaplikasian insektisida deltametrin dari kandang dan Değirmençay tempat pakan hewan. Selain itu, setelah menggunakan deltametrin wajib membersihkan bagian yang terkena deltametrin agar tidak terkena tubuh atau bagian lainnya pada saat memegang atau bermain dengan hewan, hewan tersebut tidak terpapar toksisitas dari insektisida deltametrin tersebut.

SIMPULAN

Deltametrin adalah insektisida piretroid sintetis dan salah satu insektisida yang digunakan secara luas. Intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan dapat berdampak pada sistem saraf, kulit, saluran pernapasan, serta organ lain dalam tubuh. Pada kejadian intoksikasi yang parah, kerusakan hati dapat berakibat fatal. Tidak ada antidot spesifik untuk deltametrin, sehingga penanganan dilakukan secara simptomatis dan suportif. Penanganan intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan dilakukan dengan terapi cairan, antikonvulsan, diuretik, dan penggunaan *muscle relaxant*. Tindakan pencegahan intoksikasi termasuk langkah-langkah seperti penggunaan dengan dosis aman, menjaga jarak dari area aplikasi insektisida, serta penjagaan hewan untuk mengurangi risiko paparan.

SARAN

Penggunaan deltametrin sebagai insektisida perlu didasari atas pemahaman mengenai petunjuk dan risiko penggunaan. Disamping itu, publikasi mengenai laporan kasus intoksikasi deltametrin pada hewan kesayangan juga perlu diperbanyak, sehingga dapat ditentukan penanganan yang paling efektif pada kejadian intoksikasi deltametrin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Program Pendidikan Dokter Hewan Ilmu Penyakit Dalam Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana atas bimbingan yang diberikan, sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Daim MM, Abuzead SM, Halawa SM. 2013. Protective role of *Spirulina platensis* against acute deltamethrin-induced toxicity in rats. *Plos one* 8(9): e72991.
- Abdou RH, Abdel-Daim MM. 2014. Alpha-lipoic acid improves acute deltamethrin-induced toxicity in rats. *Canadian journal of physiology and pharmacology* 92(9): 773-779.
- Aktar MW, Sengupta D, Chowdhury A. 2009. Dampak penggunaan pestisida di bidang pertanian: manfaat dan bahayanya. *Toksikologi Interdisipliner* 2(1): 1-12.
- Alnahdi HS, Ayaz NO, Elhalwagy ME. 2016. Prophylactic effect of cousts *saussurea lappa* against liver injury induced by deltamethrin intoxication. *International Journal of Clinical and Experimental Pathology* 9(1): 387-394.
- Anadón A, Martínez-Larrañaga MR, Martínez MA. 2009. Use and abuse of pyrethrins and synthetic pyrethroids in veterinary medicine. *The Veterinary Journal*, 182(1): 7-20.
- Boland LA, Angles JM. 2010. Feline permethrin toxicity: retrospective study of 42 cases. *Journal of feline medicine and surgery* 12(2): 61-71..

- Değirmençay Ş. 2023. Acute Deltamethrin Intoxication in a Cat—a case report. *Veterinarski Arhiv*, 93(2): 271-278.
- Dietz S, de Roman M, Lauck-Birkel S, Maus C, Neumann P, Fischer R. 2009. Ecotoxicological and environmental profile of the insecticide deltamethrin. *Bayer Crop Science Journal*, 62(2): 211-222.
- Djojosumarto P. 2008. Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya. 1st ed. *Agromedia*, Hlm 13-31.
- Hasan M. 2006. Efek paparan insektisida deltametrin pada kerbau terhadap angka gigitan nyamuk *Anopheles vagus* pada manusia. [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Haworth MD, Smart L. 2012. Use of intravenous lipid therapy in three cases of feline permethrin toxicosis. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 22(6): 697-702.
- Humadai TJ, Mohsin SI, Hassan SL. 2020. Immunotoxic Effect of Deltamethrin in Immunized Mice with Closterdium. *Plant Archives* 20(1): 1231-1239.
- Ilyas WM, Chavan G, Gadkari C. 2023. Deltamethrin Poisoning Mimicking Organophosphate Poisoning: A Case Report. *Cureus* 15(1): e34303.
- Jhamtani R. 2018. Evaluation of Oxidative Stress Biomarkers Due to Acute Exposure to Sub-Lethal Concentration of Deltamethrin in Zebra fish. *Biochemical and Cellular Archives* 18: 309-318.
- Klainbart S, Kelmer E, Vidmayer B, Bdolah-Abram T, Segev G, Aroch I. 2014. Peripheral and central venous blood glucose concentrations in dogs and cats with acute arterial thromboembolism. *Journal of veterinary internal medicine* 28(5): 1513-1519.
- Liu Y, Han M, Liu C, Tang Y, Jia M, Chen X, Liang H, Gao Y, Gu X. 2022. Subchronic toxicity of oral deltamethrin in laying chickens. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 1079580.
- Parmar JJ, Parikh PV, Amin NR, Dabhi PB, Mahla JK. 2016. Deltamethrin toxicity in a Labrador: A case report. *Indian Journal Veterinary Science Biotechnology* 12(2): 19-20.
- Rajendran S. 2003. Environment and health aspects of pesticides use in Indian agriculture. In: Martin J. Bunch, V. Madha Suresh and T. Vasantha Kumaran, eds. Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health, Chennai, India, 15-17 December, 2003. Hlm 353-373.
- Ray DE, Fry JR. 2006. A reassessment of the neurotoxicity of pyrethroid insecticides. *Pharmacology & therapeutics* 111(1): 174-193.
- Rehman H, Aziz AT, Saggu S, Abbas ZK, Mohan A, Ansari AA. 2014. Systematic review on pyrethroid toxicity with special reference to deltamethrin. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2(6): 60-70.
- Sakr SA, Al-Amoudi WM. 2012. Effect of leave extract of *Ocimum basilicum* on deltamethrin induced nephrotoxicity and oxidative stress in albino rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 2(5): 22-27.
- Song Y, Kai J, Song X, Zhang W, Li L. 2015. Long-term toxic effects of deltamethrin and fenvalerate in soil. *Journal of Hazardous Materials*, 289: 158-164.
- Tomassoni AJ, French RN, Walter FG. 2015. Toxic industrial chemicals and chemical weapons: exposure, identification, and management by syndrome. *Emergency Medicine Clinics* 33(1): 13-36.
- Zhou J, Zhao H, Chen L, Xing X, Lv T, Yang X, Wu Q, Duan J, Ma H. 2019. Effect of exposure to deltamethrin on the bufadienolide profiles in *Bufo bufo gargarizans* venom determined by ultra-performance liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry. *Royal Society of Chemistry Advances* 9: 1208–1213. 12(2): 19-20.