

APLIKASI FUMIGAN GAS FOSFIN (HIDROGEN FOSFIDA; PH₃) UNTUK PENGENDALIAN TIKUS : STUDI EFEKTIFITAS RODENTISIDA DALAM SKALA LABORATORIUM

Ahmad Faisal^{*✉}, Martini Martini^{}, Retno Hestningsih^{**}, M. Arie Wuryanto^{**}**

^{*}Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Banjarmasin
Jl. Belitung Darat No.118A, Banjarmasin, Indonesia

^{**}Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro
Jl. Profesor Soedarto, Tembalang, Kota Semarang, Indonesia
Email: martini@live.undip.ac.id

APPLICATION OF PHOSPHINE GAS FUMIGANT (HYDROGEN PHOSPHIDE, PH₃) FOR RODENT CONTROL: LABORATORY STUDY OF RODENTICIDE EFFECTIVENESS

Naskah masuk : 18 Juni 2019 Revisi I : 29 Juli 2019 Revisi II: 28 Agustus 2019 Naskah diterima : 08 Oktober 2019

Abstrak

Tikus merupakan rodentia penyebar penyakit dan hama pemukiman yang luas penyebarannya. Jenis tikus yang sering ditemukan adalah Rattus norvegicus, R. tanezumi dan Mus musculus. Fosfin sebagai fumigan, biasa digunakan untuk pengendalian hama dan mempunyai kelebihan tidak meninggalkan residu beracun, khususnya pada tempat yang ada produk-produk komoditas. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh fumigan gas fosfin (hidrogen fosfida (PH₃)) terhadap kematian tikus. Sampel penelitian adalah tikus dengan jenis M.musculus, R.tanezumi dan R.norvegicus. Penelitian ini menggunakan variasi 4 dosis fosfin (0, 4, 6 dan 8 tablet) dengan 6 kali pengulangan per unit perlakuan. Setiap unit perlakuan (dosis) digunakan 1 ekor tikus. Hasil uji beda diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,0001, artinya ada perbedaan rata-rata rentang waktu kematian tikus M. musculus, R.tanezumi dan R.norvegicus terhadap pemberian variasi dosis fosfin. Berdasarkan analisis probit didapatkan nilai LT₅₀ dan LT₉₉ pada dosis 8 tablet yaitu 90,5 dan 114,9 menit, dan pada dosis terendah (4 tablet) yaitu 148,1 dan 188,1 menit. Semakin tinggi dosis tablet fosfin yang diaplikasikan, semakin tinggi konsentrasi gas yang dihasilkan sehingga semakin cepat menyebabkan kematian tikus baik pada spesies M. musculus, R. tanezumi dan R. norvegicus. Kematian ini disebabkan oleh terjadinya kerusakan sel pada tubuh tikus tersebut.

Kata kunci: Fosfin (PH₃), Tikus, Rodentisida

Abstract

Rats are widely distributed disease spreaders and settlement pests. Species of rats often found include Rattus norvegicus, R. tanezumi and Mus musculus. Phosphine as a fumigant is commonly used to control pests with no residue, especially related where there are placed the commercial products. The research objective was to determine effect of phosphine gas fumigant (hydrogen phosphide (PH₃)) on rat death. The study sample was species of rats, i.e. M.musculus, R.tanezumi, and R.norvegicus. This study was used 4 dose variations (0, 4, 6 and 8 tablets) with 6 replications per unit treatment. Each treatment (dosis) needed 1 rat. The results of different test analysed that significance value was 0.0001 (p=0.0001), indicating that there were differences in average time span of M. musculus, R. tanezumi and R. norvegicus death to treat of phosphine dose variations. Based on Probit analysis, the data showed that The fastest LT₅₀ and LT₉₉ were at a dose of 8 tablets for 90.5 and 114.9 minutes, and LT₅₀ and LT₉₉ were at the lowest dose of 4 tablets in 148.1 and 188.1 minutes, respectively. The higher dosage of phosphine was treated, the higher gas concentration was produced, so that it could kill M. musculus, R. tanezumi dan R. norvegicus quickly. The mortality might be generated by cell damages that occurred inside the body of rats.

Keywords: Phosphine (PH₃), Rodent, Rodenticide

PENDAHULUAN

Tikus adalah binatang pengerat (Ordo Rodentia, rodere : mengerat). Ciri paling utama semua Rodentia adalah kemampuannya mengerat benda-benda di lingkungan manusia, terutama yang terbuat dari kayu (Sigit & Hadi, 2006). Tikus merupakan kelompok terbesar binatang pengerat dan merupakan binatang kosmopolitan yang artinya dapat hidup di segala tempat seperti di dataran tinggi, dataran rendah, sawah, hutan, pantai, dan pemukiman. Tikus memiliki sifat adaptif yaitu mudah menyesuaikan diri terhadap lingkungannya sehingga dapat bertahan di lingkungan yang selalu berubah (Sholichah, 2008; Isnani, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian Saragih *et al.* (2019) pada saat pemasangan perangkap di kawasan pemukiman didapatkan *Rattus norvegicus* sebanyak 25 %, *Mus musculus* 37,5% dan tikus jenis lain 37,5%. Sedangkan berdasarkan penelitian Ernawati dan Priyanto (2013), *Rattus tanezumi* lebih dominan (85%) ditemukan di pasar Banjarnegara dibanding spesies lainnya. Dari semua jenis tikus, yang menjadi hama penting dan sebagai rodensia komensal (Rodensia yang aktivitas hidupnya di lingkungan permukiman manusia) dan penyebar penyakit yang umum dan luas penyebarannya di dunia yaitu *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi* dan *Mus musculus* (Sigit & Hadi, 2006; Priyambodo, 2006; Meehan, 1984).

Dalam bidang kesehatan, tikus mempunyai peranan sebagai reservoir penyakit. Penyakit-penyakit bersumber tikus diantaranya adalah leptospirosis, pes (*plague*), *rat-bite fever*, *murine typhus*, *scrub typhus*, *hantavirus*, salmonellosis, dan lain-lain (Meehan, 1984; Nurisa & Ristiyanto, 2005). Penyakit-penyakit tersebut ada yang ditularkan melalui kontak langsung dengan urine tikus maupun dengan ektoparasit dan endoparasit yang ada pada tikus tersebut (Nurisa & Ristiyanto, 2005). Salah satunya reservoir penyakit leptospirosis, berdasarkan penelitian Mulyono *et al.* (2015), pemeriksaan seroprevalensi *Leptospira* pada tikus *R. norvegicus* sebanyak 66,7% positif dan *R. tanezumi* sebanyak 24,4% positif.

Pengendalian dengan fumigasi telah dilakukan secara luas terhadap serangga dan hama-hama lainnya. Fumigasi dapat digunakan untuk membunuh tikus beserta ektoparasitnya. Cara ini biasanya dilakukan di rumah, gudang, kapal laut, atau sarang tikus di dalam tanah (Meehan, 1984). Fumigasi merupakan pengendalian hama menggunakan bahan fumigan yaitu pestisida yang dalam suhu dan tekanan tertentu berbentuk gas dan dalam konsentrasi serta waktu tertentu dapat membunuh organisme pengganggu (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2011; Bell, 2000). Gas

tidak menunggu tikus yang menghampiri racun tetapi akan segera menembus area yang tidak dapat dijangkau tempat tikus berlindung (Meehan, 1984), dikarenakan salah satu sifat gas adalah mengisi seluruh ruang yang ditempatinya (Mortimer, 2008).

Fumigan yang terkenal yaitu metil bromida (CH_3Br) dan gas fosfin (hidrogen fosfida (PH_3)). Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 37 tahun 2009, penggunaan metil bromida (CH_3Br) hanya boleh digunakan untuk tindakan perlakuan karantina tumbuhan dan perlakuan pra pengapalan (Kementan RI, 2009). Selain itu metil bromida (CH_3Br) adalah zat perusak lapisan ozon / *ozone-depleting substance* (ODS) (Kementan RI, 2009; Reed & Lim, 2014). Bahan ini memecah ozon stratosfer melalui siklus reaksi oleh sinar ultraviolet (UV). Penipisan ozon menghasilkan peningkatan radiasi UV ke permukaan bumi, penyebab masalah kesehatan dan ekologi yang serius di seluruh dunia (Reed & Lim, 2014).

Fosfin memiliki nama kimia hidrogen fosfida dengan formulasi kimia PH_3 . Formulasi fosfin umumnya berasal dari senyawa aluminium fosfida (AIP) yang bereaksi dengan uap air. Aluminium fosfida diformulasikan dalam bentuk padat, dan tersedia sebagai tablet, pelet, atau debu dalam kantong berpori atau kemasan blister. Aluminium fosfida (AIP) digunakan sebagai pestisida umum di luar ruangan dan di dalam ruangan di negara berkembang karena murah, efektif, bebas dari residu beracun dan tidak mempengaruhi viabilitas benih (Gurjar *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2000). Fosfin digunakan secara luas sebagai fumigan, memiliki keuntungan tidak meninggalkan residu beracun (Williams *et al.*, 2000), khususnya pada tempat penyimpanan komoditas seperti gudang benih, produk makanan, produk olahan, biji-bijian yang mengandung lemak dan protein tinggi. Selain merupakan fumigan yang sangat beracun, fosfin relatif aman terhadap komoditas.

Gas fosfin tidak hanya bersifat sebagai insektisida, tetapi biosida sehingga dapat membunuh tikus. Selama puluhan tahun terakhir fumigan ini telah dikenal dengan baik sebagai pengendali tikus yang sangat efektif pada sarang tikus (Baker, 1992). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fumigan gas fosfin (hidrogen fosfida (PH_3)) terhadap kematian tikus (ordo Rodentia).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di PT. Nugroho Pratama Chemical Asia (PT. NPCA) Semarang dari bulan Maret sampai April 2019.

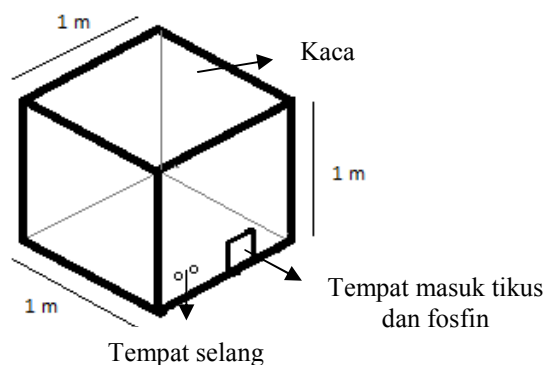
Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang menguji pengaruh fumigan gas fosfin

(hidrogen fosfida (PH₃)) terhadap waktu kematian tikus (ordo Rodentia).

Subyek dalam penelitian ini adalah tikus yang tertangkap melalui survei lapangan dengan jenis *Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*. Pada setiap perlakuan untuk setiap jenis tikus dibutuhkan 1 ekor tikus, sehingga untuk 4 variasi perlakuan dosis fosfin (4 tablet, 6 tablet, 8 tablet, dan 0 tablet untuk kontrol) dan 6 kali pengulangan diperlukan minimal 24 ekor tikus untuk setiap jenis tikusnya.

Prosedur pengujian dengan tahapan berikut ini :

- Pengujian gas fosfin dilakukan di Ruang fumigasi dengan menggunakan box kedap udara ukuran 1 m³ (Gambar 1).
- Sebelum pengujian dipastikan tidak ada residu fosfin (0 ppm) dalam box dengan mengukur kadar fosfin menggunakan Uniphos-250 (PM) *Phosphine Monitor*. Apabila masih terbaca kadar fosfin, maka dilakukan penyedotan fosfin dengan *blower* sampai monitor menunjukkan 0 ppm.



Gambar 1. Desain Box Kedap udara ukuran 1m³

- Selama penelitian dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban ruang fumigasi.
- Dosis fosfin (4 tablet, 6 tablet, 8 tablet, dan 0 tablet untuk kontrol) dimasukkan ke dalam ruang fumigasi dari dosis terendah sampai tertinggi
- Tikus uji (*Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*) dimasukkan ke dalam ruang fumigasi dan dipaparkan fosfin sampai tikus menunjukkan reaksi kematian. Lama waktu kematian diukur dengan menggunakan *stopwatch*
- Ruang fumigasi ditutup dengan plastik dan lakban supaya tidak ada kebocoran gas fosfin yang menguap keluar, dan memastikan
- Reaksi tikus pada saat perlakuan diamati dan dicatat.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji *Two Way Anova*, kemudian dilanjutkan dengan menggunakan Uji *Post Hoc-Tukey*. Analisis probit juga dilakukan untuk menentukan LT₅₀ dan LT₉₉.

HASIL

Jumlah tikus uji baik pada kelompok perlakuan dan kontrol sesuai dengan jenis spesiesnya masing-masing 6 ekor, sementara untuk kontrol sesuai dengan jenisnya sebanyak 6 ekor, secara terperinci dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah tikus uji berdasarkan jenis spesies dalam pengujian aplikasi fumigan gas fosfin di laboratorium

Spesies Tikus	Dosis Fosfin (tablet)	n
<i>Mus musculus</i>	0	6
	4	6
	6	6
	8	6
<i>Rattus tanezumi</i>	0	6
	4	6
	6	6
	8	6
<i>Rattus norvegicus</i>	0	6
	4	6
	6	6
	8	6

Reaksi Tikus (*Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*) terhadap Variasi Dosis Gas Fosfin (PH₃)

Dosis fosfin 0 tablet (kontrol) pengamatan dilakukan selama 8 jam dan hasilnya semua jenis tikus tetap hidup dengan reaksi ada yang aktif bergerak dan ada yang diam (istirahat/makan), dan juga reaksi tikus terhadap fumigan gas fosfin pada tiap spesies tikus hampir sama (Tabel 21). Untuk semua variasi dosis fosfin selama 30 menit pengamatan pada semua jenis tikus (*Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*) diperlihatkan hasil reaksi yang sama yaitu tikus aktif bergerak untuk beradaptasi pada lingkungan (ruang fumigasi).

Sebagian besar Tikus mulai bereaksi terhadap fosfin pada waktu 60 menit seperti menggerakkan moncongnya sambil mencium-cium bau udara dan mulai menjilati tubuhnya (*grooming*) pada dosis fosfin 4 dan 6 tablet, sedangkan pada dosis 8 tablet reaksi sebagian mulai

gelisah berjalan berputar-putar, sebagian mulai lemas susah berjalan.

Pengamatan yang dilakukan selama 120 menit, tikus sudah mulai lemas dan sulit berjalan, hingga sudah ada yang mulai kejang-kejang hingga mati. Pada saat pengamatan selama 180 menit semua tikus mati (dosis 4, 6 dan 8 tablet).

Kematian Tikus (*Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*) terhadap Variasi Dosis Gas Fosfin (PH₃)

Hasil uji beda menggunakan *Two Way Anova* rata-rata rentang waktu kematian tikus berdasarkan spesiesnya didapatkan nilai signifikansinya adalah 0,076 ($p > 0,05$) yang berarti tidak ada perbedaan rata-rata rentang waktu kematian tikus berdasarkan spesies tikus (*Mus musculus*,

Rattus tanezumi dan *Rattus norvegicus*) terhadap fumigan gas fosfin. Sedangkan hasil uji beda antara rata-rata rentang waktu kematian tikus berdasarkan variasi dosis fumigan gas fosfin yang diberikan didapatkan $p = 0,0001$, yang berarti ada perbedaan rata-rata rentang waktu kematian tikus terhadap variasi dosis fumigan gas fosfin yang diberikan.

Berdasarkan Tabel 32, rata-rata rentang waktu kematian tikus *Mus musculus* paling cepat pada dosis fosfin 8 tablet (92,7 menit) dan paling lama pada dosis fosfin 4 tablet (160,5 menit), begitu juga dengan rata-rata rentang waktu kematian tikus *Rattus tanezumi* paling cepat pada dosis fosfin 8 tablet (92,0 menit) dan paling lama pada dosis fosfin 4 tablet (151,3 menit), serta rata-rata rentang waktu kematian tikus *Rattus norvegicus* paling cepat pada dosis fosfin 8 tablet (90,5 menit) dan paling lama pada dosis fosfin 4 tablet (142,0 menit).

Tabel 2. Reaksi Tikus *Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus* terhadap Variasi Dosis Gas Fosfin

Variasi Dosis Fosfin (Tablet)	Jenis Tikus	Reaksi Tikus (Pengamatan saat Perlakuan)			
		30 menit	60 menit	120 menit	180 menit
0 (Kontrol)*)	<i>Mus musculus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	Masih aktif bergerak	sebagian mulai diam (istirahat/makan)	sebagian mulai diam (istirahat/makan)
	<i>Rattus tanezumi</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	Masih aktif bergerak	sebagian mulai diam (istirahat/makan)	sebagian mulai diam (istirahat/makan)
	<i>Rattus norvegicus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	Masih aktif bergerak	sebagian mulai diam (istirahat/makan)	sebagian mulai diam (istirahat/makan)
4	<i>Mus musculus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	masih aktif bergerak, mulai menggerakkan moncongnya sambil mencium bau udara	Mulai gelisah, <i>grooming</i> atau menjilati tubuh, mulai lemas dan susah berjalan	Mulai berguling-guling dan kejang-kejang hingga tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi atau mati
	<i>Rattus tanezumi</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	masih aktif bergerak, mulai menggerakkan moncongnya sambil mencium bau udara	Mulai gelisah, <i>grooming</i> atau menjilati tubuh, mulai lemas dan susah berjalan	Kejang-kejang hingga tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi atau mati
	<i>Rattus norvegicus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	masih aktif bergerak, mulai menggerakkan moncongnya sambil mencium bau udara	Sebagian mulai lemas dan susah berjalan, sebagian melompat kejang-kejang	Kejang-kejang hingga tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi atau mati

6	<i>Mus musculus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	masih aktif bergerak, mulai menggerakkan moncongnya sambil mencium bau, udara, <i>grooming</i> atau menjilati tubuh	Sebagian mulai lemas dan susah berjalan, sebagian mulai kejang-hingga mati	Semuanya mati atau tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi
	<i>Rattus tanezumi</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	masih aktif bergerak, mulai menggerakkan moncongnya sambil mencium bau udara, <i>grooming</i> atau menjilati tubuh	Sebagian mulai lemas dan susah berjalan, sebagian mulai kejang-kejang hingga mati	Semuanya mati atau tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi
	<i>Rattus norvegicus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	mulai gelisah	Sebagian mulai melompat kejang-kejang hingga mati, sebagian masih lemas dan susah berjalan	Semuanya mati atau tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi
8	<i>Mus musculus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	mulai gelisah, berjalan berputar-putar, mulai lemas susah berjalan	Kejang-kejang hingga tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi atau mati	-
	<i>Rattus tanezumi</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	mulai gelisah, berjalan berputar-putar, mulai lemas susah berjalan	Kejang-kejang hingga tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi atau mati	-
	<i>Rattus norvegicus</i>	Aktif bergerak untuk beradaptasi	mulai gelisah, berjalan berputar-putar, dan susah berjalan	Kejang-kejang hingga tidak ada tanda-tanda kehidupan lagi atau mati	-

Keterangan *) : waktu pengamatan untuk dosis fosfin 0 tablet (kontrol) dilakukan selama 8 jam

Tabel 3. Perbedaan Rata-Rata Rentang Waktu Kematian Tikus *Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus* terhadap Variasi Dosis Gas Fosfin di Dalam Box Fumigasi Volume 1 m³

Variasi Dosis Fosfin (tablet)	Rata-Rata Rentang Waktu Kematian Tikus (menit)			
	<i>Mus musculus</i>	<i>Rattus tanezumi</i>	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata-rata*
4	160,5	151,3	142,0	151,3^c
6	122,0	120,8	115,8	119,6^b
8	92,7	92,0	90,5	91,7^a
Rata-rata*	125,1^A	121,4^A	116,1^A	

*Keterangan: Angka pada kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Post Hoc* Metode *Tukey* pada taraf $\alpha = 5\%$

Secara statistik tidak ada perbedaan rentang waktu kematian yang signifikan antara tikus *Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus* pada tiap variasi dosis gas fosfin yang sama, yang berarti perlakuan variasi dosis gas fosfin menyebabkan rentang waktu kematian yang sama secara statistik kepada semua spesies tikus (*Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*). Semua perlakuan variasi dosis gas fosfin menyebabkan kematian tikus 100% kecuali pada dosis fosfin 0 tablet (kontrol), kemudian dilakukan analisis probit untuk mengetahui *Lethal Time* 50 (LT_{50}) dan *Lethal Time* 99 (LT_{99}) tiap dosis gas fosfin.

Tabel 4. menunjukkan semakin banyak dosis fosfin yang diberikan semakin cepat rentang waktu kematian yang terjadi pada tikus. Nilai LT_{50} dan LT_{99} yang paling cepat adalah pada dosis fosfin 8 tablet yaitu 90,5 menit ($\pm 1,5$ jam) dan 114,9 menit (± 2 jam). Sedangkan nilai LT_{50} dan LT_{99} yang paling lama adalah pada dosis fosfin 4 tablet yaitu 148,1 menit ($\pm 2,5$ jam) dan 188,1 menit (± 3 jam).

Reaksi tikus setelah 120 menit paparan fosfin, tikus mulai lemas dan sulit berjalan, kejang-kejang hingga mati. Pada saat pengamatan selama 180 menit semua tikus mati pada semua dosis, yaitu dosis 4, 6 dan 8 tablet). Efek kematian setelah pemberian Dosis Fosfin dapat diamati setelah 180 menit atau 3 jam setelah paparan. Hasil yang sama seperti yang didapatkan dari penelitian Anand *et al.* (2012) yang menggunakan aluminium fosfida (AIP) dalam bentuk pelet tepung, secara oral diberikan kepada tikus wistar jantan. Hewan uji mulai menunjukkan tanda-tanda pertama setelah sekitar 15 menit, dengan peningkatan asupan makanan dan air; ada peningkatan awal dalam aktivitas dan agitasi diikuti oleh penurunan bertahap dalam aktivitas selama satu jam berikutnya. Kemudian ada aktivitas yang sangat menurun, dengan gaya berjalan yang berayun, dan akhirnya mati. Waktu kelangsungan hidup rata-rata hewan adalah 140 menit (kisaran 130-155 menit). Kematian terjadi pada semua hewan dalam

Tabel 4. Nilai *Lethal Time* 50 (LT_{50}) dan *Lethal Time* 99 (LT_{99}) Variasi Dosis Gas Fosfin terhadap Kematian Tikus

Variasi Dosis Fosfin (tablet)	<i>Lethal Time</i> (LT)	
	LT_{50} (menit)	LT_{99} (menit)
4	148,1 (141,7 < LT_{50} < 153,7)	188,1 (178,1 < LT_{99} < 205,8)
6	119,3 (113,3 < LT_{50} < 124,4)	151,5 (143,3 < LT_{99} < 165,4)
8	90,5 (84,0 < LT_{50} < 95,7)	114,9 (108,5 < LT_{99} < 124,6)

PEMBAHASAN

Reaksi Tikus terhadap Fumigan Gas Fosfin (PH_3)

Rata-rata untuk semua variasi dosis fosfin, tikus mulai bereaksi terhadap fosfin pada waktu 60 menit seperti menggerakkan moncongnya sambil mencium-cium bau udara dan mulai menjilati tubuhnya (*grooming*) pada dosis fosfin 4 dan 6 tablet, sedangkan pada dosis 8 tablet reaksi sebagian mulai gelisah berjalan berputar-putar, sebagian mulai lemas susah berjalan. Reaksi fosfin pada tikus terutama pada target organ pernafasan dan darah. Efek gas fosfin mulai bekerja setelah satu jam, sebelum menimbulkan kematian. Penelitian tentang reaksi gas fosfin juga dilakukan Sitepu (2008) dengan hewan uji tikus sawah. Reaksi tikus sawah diawali dengan menggerak-gerakkan moncongnya sambil mencium-cium bau udara dalam toples, gelisah, *grooming* atau menjilati tubuh.

kelompok perlakuan yang diberikan AIP dan satu hewan menunjukkan kejang sebelum kematian.

Waktu Kematian Tikus terhadap Variasi Dosis Fumigan Gas Fosfin (PH_3)

Adanya perbedaan yang signifikan pada rata-rata rentang waktu kematian tikus dengan berbagai variasi dosis fosfin, rata-rata rentang waktu kematian paling cepat pada dosis fosfin 8 tablet dan paling lama pada dosis fosfin 4 tablet untuk semua spesies tikus. Artinya, semakin banyak dosis fosfin yang diberikan semakin cepat rentang waktu kematian yang terjadi pada tikus. Sejalan dengan penelitian Jufrihadi (2009) yang menggunakan metil bromida (CH_3Br) sebagai fumigan, dengan menggunakan dosis 4 gram/ m^3 waktu kematian tikus (mortalitas 100%) sekitar 6 jam, sedangkan dengan dosis 2 gram/ m^3 kematian tikus memerlukan waktu lebih

dari 8 jam. Begitu juga dengan penelitian Setyawan *et al.* (2016), konsentrasi fosfin cair 200 ppm selama 1 jam sudah bisa membunuh hama *Thrips parvispinus* Karny (mortalitas 100%), sedangkan konsentrasi fosfin cair 175 ppm memerlukan waktu 6 jam untuk bisa membunuh hama *Thrips parvispinus* Karny (mortalitas 100%).

Semakin banyak dosis tablet fosfin yang diberikan semakin banyak gas fosfin pada ruangan tersebut, sehingga ruang fumigasi yang kedap udara lebih cepat terisi dengan gas fosfin. Fosfin adalah fumigan yang sangat baik, sebab hidrogen fosfida yang terkandung di dalamnya memiliki pergerakan molekul sangat tinggi yang memungkinkan terjadinya penetrasi dan persebaran gas dengan cepat (Hayata, 2014). Fosfin bekerja melalui penghambatan proses respirasi sel (Widayanti *et al.*, 2017). Toksisitas fosfin terkait dengan radikal bebas oksidan dan penghambatan enzim metabolisme, seperti sitokrom c oksidase (Bogle, *et al.*, 2006). Produksi radikal bebas melebihi dari kemampuan antioksidan intrasel untuk menetralkannya sangat potensial menyebabkan kerusakan sel. Seringkali, kerusakan ini disebut sebagai kerusakan oksidatif. Kerusakan oksidatif yang diakibatkan oleh radikal bebas berimplikasi pada berbagai kondisi patologis, yaitu kerusakan sel, jaringan, dan organ baik pada manusia maupun hewan. Kerusakan ini dapat berakhir pada kematian sel sehingga terjadi percepatan timbulnya berbagai penyakit degeneratif (Kregel & Zhang, 2007).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dosis Fosfin tidak berpengaruh memiliki pengaruh yang tidak bermaksa terhadap spesies tikus yang berbeda, namun ada pengaruh dosis fumigan gas fosfin (hidrogen fosfida (PH₃)) terhadap kematian spesies *Mus musculus*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*. Semakin banyak dosis tablet fosfin yang diberikan, semakin banyak gas fosfin pada ruangan, maka semakin cepat terjadinya kerusakan oksidatif pada tubuh tikus yang akhirnya menyebabkan kematian.

Saran

Fumigan gas fosfin (hidrogen fosfida (PH₃)) dapat diaplikasikan dalam pengendalian tikus (ordo Rodentia).

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan kerusakan organ dalam tikus (jantung, paru-paru dan lain-lain) yang menyebabkan kematian tikus tersebut.

KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi setiap penulis dalam artikel ini adalah AF sebagai **kontributor utama** bertanggung jawab dalam perumusan atau evolusi tujuan dan tujuan penelitian menyeluruh. MM, RH dan MAW sebagai **kontributor pendukung** bertanggung jawab dalam pengembangan atau perancangan metodologi serta melakukan penelitian khususnya melakukan eksperimen, atau pengumpulan data.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Pihak PT. Nugraha Pratama Chemical Asia (PT. NPCA) yang sudah memberi bantuan berupa fumigan gas fosfin dan menyediakan tempat untuk melakukan percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anand R, Kumari P, Kaushal A, Bal A, Wani WY, Sunkaria A, *et al.* Effect of acute aluminum phosphide exposure on rats-A biochemical and histological correlation. *Toxicology Letters*. 2012; 215(1): 62–69.
- Baker RO. Exposure of Persons to Phosphine Gas From Aluminum Phosphide Application To Rodent Burrows. *Vertebrate Pest Conference Proceedings collect*. 1992; 5: 312–321.
- Bell CH. Fumigation in the 21st century. *Crop Protection*. 2000; 19(8–10): 563–569.
- Bogle RG, Theron P, Brooks P, Dargan PI & Redhead J. Aluminium phosphide poisoning. *Emergency Medical*. 2006; 23(1): 1–2.
- Ernawati D, Priyanto D. Pola Sebaran Spesies Tikus Habitat Pasar berdasarkan Jenis Komoditas di Pasar Kota Banjarnegara. *Balaba*. 2013; 9(02): 58–62.
- Gurjar M, Baronika AK, Azim A, Sharma K. Managing Aluminum Phosphide Poisonings. *J Emerg Trauma Shock*. 2011; 4(3): 378–384.
- Hayata. Respon hama *Lasioderma serricornis* terhadap pemberian fosfin formulasi (tablet dan bags) pada biji pinang. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 2014; 14(4): 87–92.
- Isnani T. Perilaku Masyarakat pada Pengendalian Tikus di Daerah Beresiko Penularan Leptospirosis di Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta. *Ekologi Kesehatan*. 2016; 15(2): 107–114.

- Jufrihadi. Efektifitas Fumigan Metil Bromida (CH_3Br) untuk Pemberantasan Tikus di Kapal dengan menggunakan Sistem Manual dan Sistem Penguapan di Pelabuhan Tanjung Pinang Tahun 2009. Tesis. Medan; Universitas Sumatera Utara; 2009.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 37/ Permentan/ OT.140/ 7/ 2009 tentang Penggunaan Pestisida Berbahan Aktif Metil Bromida untuk Tindakan Perlakuan Karantina Tumbuhan dan Perlakuan Pra Pengapalan, Jakarta: Kementerian Pertanian, Badan Karantina Pertanian; 2009.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Tatacara Pelaksanaan Fumigasi dengan Fosfin, Jakarta: Kementerian Pertanian, Badan Karantina Pertanian; 2011.
- Kregel KC, Zhang HJ. An integrated view of oxidative stress in aging: basic mechanisms, functional effects, and pathological considerations. *Am J Physiol Regul Integr Physiol*. 2007; 292: 18– 36.
- Meehan AP. Rats and Mice: Their Biology and Control, Felcourt, England: Rentokil Limited; 1984.
- Mortimer RG. Physical chemistry 3rd ed., London: Elsevier Academic Press; 2008.
- Mulyono A, Ristiyanto, Farida DH, Dimas BW & Rahardianingtyas E, 2015. Seroprevalensi *Leptospira* pada *Rattus norvegicus* dan *Rattus tanezumi* berdasarkan Jenis Kelamin dan Umur. *Vektora*. 2015; 7(1): 7–14.