

RESPON PERILAKU MENGGALI CACING TANAH SEBAGAI BIOMARKER IMIDAKLOPRID DI TANAH

Response of earthworm burrowing behaviour as a biomarker of imidacloprid in soil

DUTI FERIZA, TARUNI SRI PRAWASTI dan TRI HERU WIDARTO

ABSTRACT

This research was conducted to study the effect of imidacloprid on the burrowing behaviour of three earthworm species: *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* and *Pheretima asiatica*. Furthermore, this research was also to study the possibility of using the behaviour as a biomarker of imidacloprid toxicity in its sublethal concentrations. The applied concentrations were 0, 1.25, 0.5, 0.75, and 1.0 mg/kg dry weight soil (ppm) for the first two species, and 0, 1.5, 3.0, and 4.5 mg/kg dry weight soil (ppm) for *P. asiatica*, each with three replicates. Glass terraria of size 40 cm x 30 cm x 5 mm were used to observe their activities. After seven days of experiment, imidacloprid effects on burrowing behaviour was clearly visible, especially at the two highest concentrations indicated by shorter burrows than those in the control. In addition, it was observed that burrowing activities were reduced with exposure time. This was indicated by the distance covered which is shorter than that of the control. Among the three species employed in this study, *L. rubellus* is the most sensitive species to the toxicity of imidacloprid. Effect of imidacloprid can be seen from burrowing pattern or topology as well. After the exposure, the burrowing topology of the worms was narrower than the control. Based on these results, burrowing activities of the earthworms are very potential to be used as biomarkers of imidacloprid toxicity.

Keywords : earthworm, biomarker, behaviour, imidacloprid, sublethal

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efek imidakloprid terhadap perilaku menggali tiga spesies cacing tanah, yaitu *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* dan *Pheretima asiatica*. Selain itu, penelitian inipun bertujuan untuk mengkaji kemungkinan penggunaan perilaku menggali tersebut sebagai biomarker toksisitas imidakloprid pada konsentrasi subletalnya. Konsentrasi yang digunakan adalah 0, 0.25, 0.5, 0.75, dan 1.0 mg/kg berat kering tanah (ppm) untuk dua spesies pertama, dan 0, 1.5, 3.0, dan 4.5 mg/kg berat kering tanah (ppm) untuk *P. Asiatica*, masing-masing tiga dengan ulangan. Terarium kaca berukuran 40 cm x 30 cm x 5 mm digunakan untuk mengamati lorong-lorong yang digali oleh cacing. Setelah tujuh hari pengamatan, efek imidakloprid terhadap perilaku menggali terlihat jelas terutama pada dua konsentrasi tertinggi. Pada kedua konsentrasi tersebut, panjang lorong yang digali lebih pendek dibandingkan dengan lorong pada kontrol. Selain itu nampak pula bahwa aktifitas menggali lorong juga mengalami penurunan sejalan dengan lama waktu pemaparan. Ini terlihat dari jarak tempuhnya yang semakin pendek. Efek imidakloprid juga terlihat pada pola atau topologi lorong. Setelah terpapar imidakloprid, topologi lorong menjadi lebih menyempit dibandingkan dengan kontrol. Dari ketiga spesies cacing yang digunakan, *L. rubellus* merupakan cacing yang paling sensitif terhadap toksisitas imidakloprid. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, perilaku cacing tanah menggali lorong di dalam tanah sangat potensial untuk dijadikan sebagai biomarker toksisitas imidakloprid.

Kata kunci : cacing tanah, biomarker, perilaku, imidakloprid, subletal





PENDAHULUAN

Menurut Peakall (1994) respon biologis cacing tanah terhadap suatu polutan mungkin dapat dijadikan sebagai biomarker pencemaran. Respon tersebut mencakup respon yang langsung terlihat dan respon yang tidak langsung terlihat. Respon tidak langsung dapat berupa perubahan pada kemampuan reproduksi yang pada gilirannya akan mempengaruhi fekunditas dan mungkin sampai tingkat populasinya (Little 1990; Doving 1991). Respon langsung dapat diamati tidak lama setelah pemaparan, misalnya kematian, perilaku menggali lubang dan perilaku kawin.

Efek suatu polutan terhadap perilaku adalah aspek yang semakin menarik dipelajari dalam kajian ekotoksikologi. Hal ini dikarenakan perubahan perilaku merupakan hasil dari proses biokimia dan fisiologi tubuh suatu organisme (Walker *et al.* 2001). Pada cacing tanah, perilaku menggali tanah akibat efek subletal nampaknya lebih sensitif dibandingkan uji mortalitas (akut) yang sering digunakan dalam uji toksisitas suatu senyawa kimia. Perilaku menggali ini mungkin dapat dijadikan sebagai biomarker visual dari suatu pencemar seperti yang ditunjukkan oleh Capowiez (2003). Pada penelitian ini kemungkinan penggunaan perilaku menggali tiga spesies cacing tanah sebagai biomarker akan dikaji dengan imidakloprid sebagai polutannya.

Imidakloprid merupakan insektisida yang berspektrum luas dan telah digunakan di 120 negara. Imidakloprid adalah insektisida sistemik (Cox 2001) yang dapat diaplikasikan pada tanah, benih ataupun daun untuk mengontrol wereng coklat, *Aphids*, ganjur, penggerek batang, rayap, kutu daun dan sebagainya. Insektisida ini menembus tanaman dan bergerak lewat batang menuju ujung tanaman (Kidd & James 1991). Imidakloprid termasuk dalam kelompok nikotinoid (strukturnya mirip dengan nikotin tembakau) yang menyerang sistem syaraf. Kerjanya menghambat penempelan asetilkolin di reseptor sel syaraf (Cox 2001), sehingga membuat serangga lumpuh dan akhirnya mati. Pada konsentrasi subletalnya, imidakloprid masih memberikan efek negatif pada organisme tanah termasuk cacing tanah.

Cacing tanah merupakan salah satu organisme tanah yang sering dijadikan hewan model dalam berbagai studi ekotoksikologi tanah karena peranannya yang penting dalam proses biodegradasi di dalam tanah (Delahaut dan Koval 1989). Cacing tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus*, dan *Pheretima asiatica*. *Eisenia foetida* mudah dikulturkan di laboratorium dan memiliki masa reproduksi relatif singkat yaitu sekitar 6 minggu pada suhu 20°C (Walker *et al.* 2001). *Lumbricus rubellus* dan *Pheretima asiatica* adalah organisme yang banyak ditemukan di lahan pertanian dan sering dibudidayakan untuk pembuatan pupuk organik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efek imidakloprid terhadap perilaku menggali cacing tanah dan mengkaji kemungkinan penggunaan perilaku menggali cacing tanah sebagai biomarker pencemaran.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai Agustus 2005 di Laboratorium Zoologi Departemen Biologi FMIPA IPB. Analisis kandungan media tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Tiga spesies cacing yang digunakan adalah *E. foetida*, *L. rubellus*, dan *P. asiatica* dewasa (0.295-0.305 gr untuk *E. foetida* dan *L. rubellus* dan 0.195-0.205 gr untuk *P. asiatica*). Spesies *E. foetida* diambil dari koleksi Laboratorium Zoologi Tajur, sedangkan *L. rubellus* dan *P. asiatica* diambil dari koleksi Taman Marga Satwa Ragunan Jakarta. Media yang digunakan terdiri dari tanah dan kotoran sapi (sebagai pakan) yang telah dioven sebelumnya dengan kandungan air 30%, serta imidakloprid.

Berdasarkan hasil analisis, tanah yang digunakan sebagai media memiliki karakteristik sebagai berikut: tekstur berupa pasir 21%, debu 40%, dan liat 39%, dengan pH 6.6 (dengan H₂O) dan 6.1 (dengan KCl). Kandungan bahan organik C 1.06% dan nilai tukar kation sebesar 16.10 cmol⁺/kg. Tekstur tanah tersebut adalah seperti tercantum pada berikut.

Tekstur 10 fraksi (%)									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1-2 mm	0.5-1 mm	0.2-0.5 mm	0.1-0.2 mm	50µm- 0.1 mm	20- 50 µm	5-20 µm	2-5 µm	0.2-2 µm	<0.2 µm
2.3	5.1	4.8	5.0	3.7	16.9	15.5	7.3	31.7	7.7

Pemeliharaan dan Persiapan Stok Cacing

Masing-masing spesies cacing tanah dipelihara pada ember plastik dengan media tanah yang kelembabannya 30% dari bobot kering tanah. Pakan diberikan secara ad libitum. Pakan ini sebelumnya disterilkan pada suhu 80°C selama 2 jam, kemudian dicampur dengan air hingga kelembaban 30%. Cacing yang digunakan adalah cacing tanah dewasa yaitu cacing yang sudah memiliki klitelum dan dengan bobot tubuh yang sama.

Menentukan LD₅₀ dan Konsentrasi Subletal

LD₅₀ setiap spesies ditentukan dengan melakukan uji mortalitas dengan konsentrasi 0.00, 2.00, 4.00, dan 8.00 ppm. LD₅₀ diperoleh dengan cara analisis probit. Dari uji ini diperoleh LD₅₀ *E. foetida* adalah 2.21 ppm, *L. rubellus* adalah 1.94 ppm, dan *P. asiatica* 8.63 ppm.

Berdasarkan LD₅₀ ini kemudian ditentukan empat konsentrasi subletal dan kontrol. Untuk perlakuan percobaan, konsentrasinya adalah sebagai berikut:

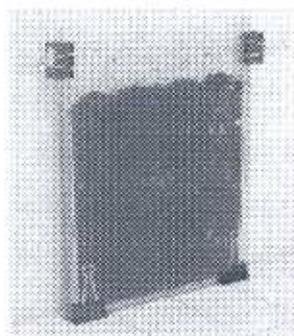
E. foetida : 0 ppm; 0.25 ppm; 0.50 ppm; 0.75 ppm; 1.00 ppm
L. rubellus : 0 ppm; 0.25 ppm; 0.50 ppm; 0.75 ppm; 1.00 ppm
P. asiatica : 0 ppm; 1.50 ppm; 3.00 ppm; 4.50 ppm

Untuk memudahkan analisa, penulisan konsentrasi perlakuan ini diurutkan sesuai nilainya dengan notasi konsentrasi 1 (kontrol) hingga konsentrasi 5 (1.00 ppm) untuk *E. foetida* dan *L. rubellus*). Notasi untuk konsentrasi *P. asiatica* mengikuti kedua spesies diatas, namun hingga konsentrasi 4 (4.50 ppm).

Parameter yang diamati dan Pengukurannya

Media perlakuan terdiri dari 450 gram tanah dan 15 gram pakan yang disaring dengan saringan berukuran 3mm. Selanjutnya ditambah 135 ml akuades untuk mencapai kelembaban 30% yang mengandung imidakloprid dengan konsentrasi tertentu. Setelah tanah, air dan pakan tercampur sempurna, media dipindahkan ke dalam terarium secara merata. Satu ekor cacing tanah dewasa dimasukkan ke dalam terarium pada permukaan tanah bagian atas. Terarium ini berukuran 40 cm x 30 cm x 5 mm (Gambar 1). Terarium diletakkan dengan posisi tegak dan bagian atasnya ditutup dengan kain basah untuk menjaga kelembaban media.

Gambar 1. Terarium untuk mengamati aktivitas menggali cacing tanah



Pengamatan dilakukan empat kali sehari, yaitu pukul 08.⁰⁰, pukul 13.⁰⁰, pukul 18.⁰⁰, dan pukul 23.⁰⁰ selama 7 hari. Setiap spesies cacing percobaan dilakukan dengan tiga kali ulangan dan setiap ulangan dilakukan pada hari yang berbeda.

Panjang lorong yang digali cacing tanah diamati setiap waktu pengamatan. Posisi cacing pada setiap waktu pengamatan tersebut digambar dan ditandai dengan menggunakan spidol warna yang berbeda pada plastik transparan. Setiap waktu pengamatan diberi notasi yang menunjukkan hari dan waktu pengamatan. Sedangkan panjang lorong galian yang digunakan kembali ditandai dengan mengamati jalur yang terbentuk setelah waktu pengamatan sebelumnya hingga posisi terakhirnya.

Setelah percobaan berakhir, hasil sketsa lorong galian pada plastik transparan dipotret dengan menggunakan kamera digital 3.2 pixel untuk datafile komputer. Pengukuran panjang lorong galian dilakukan dengan digitasi menggunakan Program Image J.

Dua parameter yang dipelajari pada penelitian ini adalah panjang lorong galian dan pola sketsa galian cacing tanah. Untuk parameter pertama, dihitung panjang lorong galian baru, panjang lorong galian yang digunakan kembali, dan total jarak tempuhnya. Kemudian untuk parameter yang kedua, dilakukan dengan mengamati pola sketsa galian mulai hari pertama hingga hari ketujuh. Untuk obyektifitas hasil dilakukan pengukuran luas daerah jelajah. Luas daerah jelajah dihitung dengan cara mengukur panjang dan lebar daerah yang digali cacing tanah kemudian dihitung luasnya. Untuk daerah galian yang tidak menyebar merata, penghitungan luas daerah jelajah dilakukan hanya pada daerah yang dilalui cacing. Pengukuran ini dilakukan pada masing-masing spesies untuk setiap harinya hingga akhir percobaan.

Analisis Data

Metode statistika yang digunakan adalah non parametrik (uji rangking). Metode ini digunakan karena tidak perlu memperhatikan bentuk sebaran data dan asumsi analisis ragam lain. Uji Friedman menjelaskan peringkat data untuk respon perlakuan dalam kelompok dan menentukan apakah setiap perlakuan berbeda satu sama lainnya.

HASIL

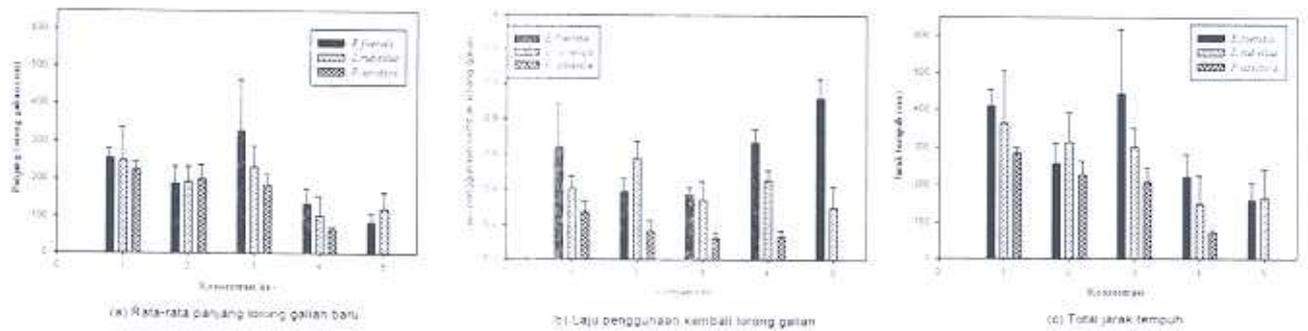
Panjang lorong galian

Panjang lorong galian baru, laju penggunaan kembali lorong galian, dan total jarak tempuh dari ketiga spesies cacing tanah, *E. foetida*, *L. rubellus*, dan *P. asiatica* cenderung mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi imidaklopid (Gambar 2). Gambar 2a menunjukkan bahwa penurunan panjang galian baru ketiga spesies ini terlihat signifikan pada dua konsentrasi tertinggi (0.75 ppm dan 1.00 ppm untuk *E. foetida* dan *L. rubellus* dan 4.50 ppm untuk *P. asiatica*) ($p=0.05$) kecuali untuk *E. foetida*. Secara statistik penurunan panjang galian baru *E. foetida* tidak signifikan ($p=0.119$).

Laju penggunaan kembali lorong galian ketiga spesies cacing memiliki pola yang berbeda (Gambar 2b). *E. foetida* cenderung meningkatkan aktivitas menggunakan kembali lorong galiannya seiring meningkatnya konsentrasi polutan. Pada *L. rubellus* cenderung sama untuk masing-masing konsentrasi polutan. Sedangkan *P. asiatica* mengurangi penggunaan kembali lorong galiannya seiring meningkatnya konsentrasi polutan. Namun demikian, secara statistik perbedaannya terhadap kontrol tidak nyata ($p>0.05$).

Jarak tempuh merupakan jumlah panjang lorong galian baru dan panjang lorong galian yang digunakan kembali. Jarak tempuh cenderung menurun dan penurunannya jelas terlihat pada dua konsentrasi tertinggi dibandingkan dengan kontrol baik untuk *E. foetida*, *L. rubellus* maupun untuk *P. asiatica* (Gambar 2c).

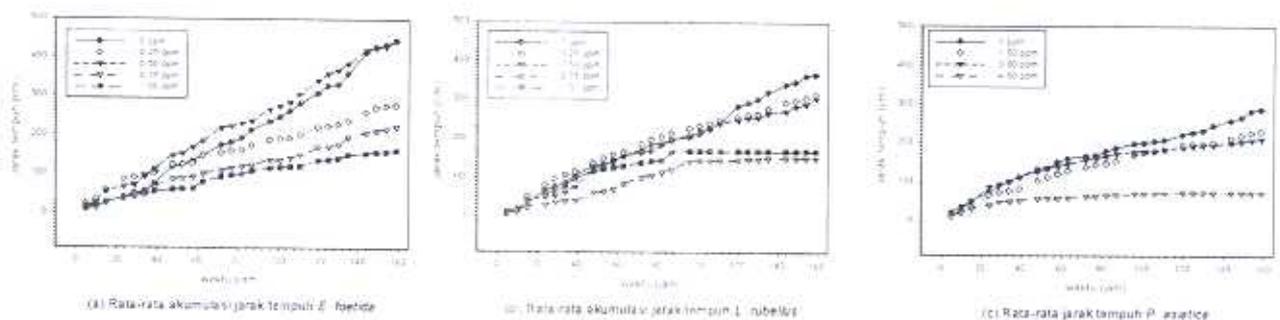
Dari ketiga spesies, lorong galian yang dibuat oleh *E. foetida* tampak lebih panjang dibandingkan dengan *L. rubellus* dan *P. asiatica* pada konsentrasi yang sama, namun secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan ($p>0.05$).



Gambar 2. Rata-rata panjang lorong galian baru (a), laju penggunaan kembali lorong galian (b), dan total jarak tempuh (c) dari ketiga spesies cacing tanah, *E. foetida*, *L. rubellus*, dan *P. asiatica*.

Aktivitas menggali vs waktu

Gambar 3 menunjukkan bahwa panjang total lorong yang digali oleh ketiga spesies cacing terus meningkat dari waktu ke waktu. Pada *E. foetida* (Gambar 3a), selama 34 jam pertama panjang galian pada kontrol secara umum sama dengan panjang galian cacing yang dipelihara di dua konsentrasi tertinggi (0.75 dan 1.00 ppm). Setelah itu panjang lorong galian pada kontrol selalu lebih tinggi hingga akhir pengamatan. Pada dua konsentrasi terendah (0.25 dan 0.50 ppm), rata-rata panjang galian nampak lebih tinggi dibandingkan kontrol. Namun 58 jam kemudian hanya cacing pada konsentrasi 0.50 ppm, panjang galiannya selalu lebih tinggi dari kontrol hingga akhir pengamatan.



Gambar 3. Rata-rata akumulasi jarak tempuh *E. foetida*, *L. rubellus*, dan *P. asiatica* selama 7 hari pengamatan

Untuk *L. rubellus* (Gambar 3b), sejak 24 jam pertama panjang lorong galian cacing pada kontrol selalu lebih tinggi dibandingkan dengan cacing pada dua konsentrasi tertinggi (0.75 dan 1.00 ppm). Mulai 96 jam (untuk 1.00 ppm) dan 144 jam (untuk 0.75 ppm) panjang lorong galian cacing tidak mengalami kenaikan hingga akhir pengamatan. Cacing yang dipelihara pada konsentrasi 0.25 ppm memiliki panjang lorong galian lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol sampai 111 jam pertama. Setelah itu panjang galiannya lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

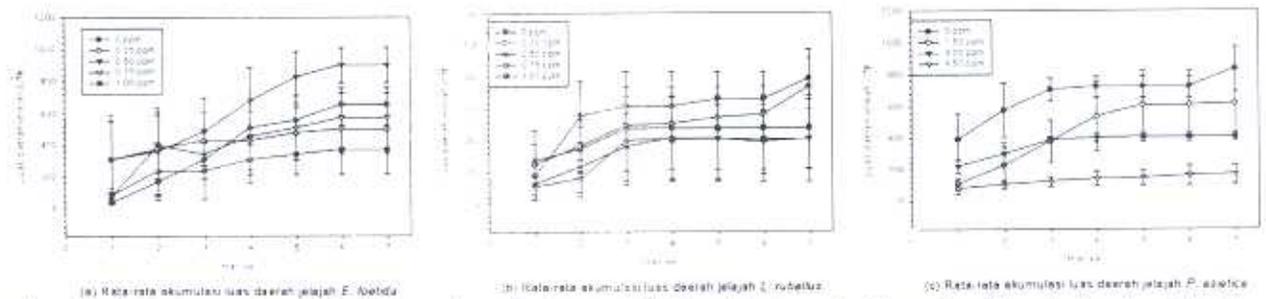
Pada *P. asiatica* (Gambar 3c), panjang galian cacing pada kontrol selalu lebih tinggi dibanding konsentrasi perlakuan sejak 58 jam pertama. Pada konsentrasi tertinggi (4.50 ppm) peningkatan

panjang galian hanya terjadi pada awal pengamatan, namun setelah itu panjang galian tidak bertambah lagi hingga akhir percobaan

Berdasarkan konsentrasinya, kecepatan menggali pada kontrol ketiga spesies cacing cenderung meningkat hingga akhir percobaan. Sedangkan pada konsentrasi tertinggi kecepatan menggali cenderung menurun bahkan mereka berhenti menggali sebelum percobaan berakhir.

Luas daerah jelajah

Berdasarkan sketsa yang diperoleh dapat dihitung pula rata-rata luas daerah jelajah cacing setiap harinya (Gambar 4). Hal ini penting untuk mengetahui waktu pertama saat cacing menunjukkan respon terhadap polutan

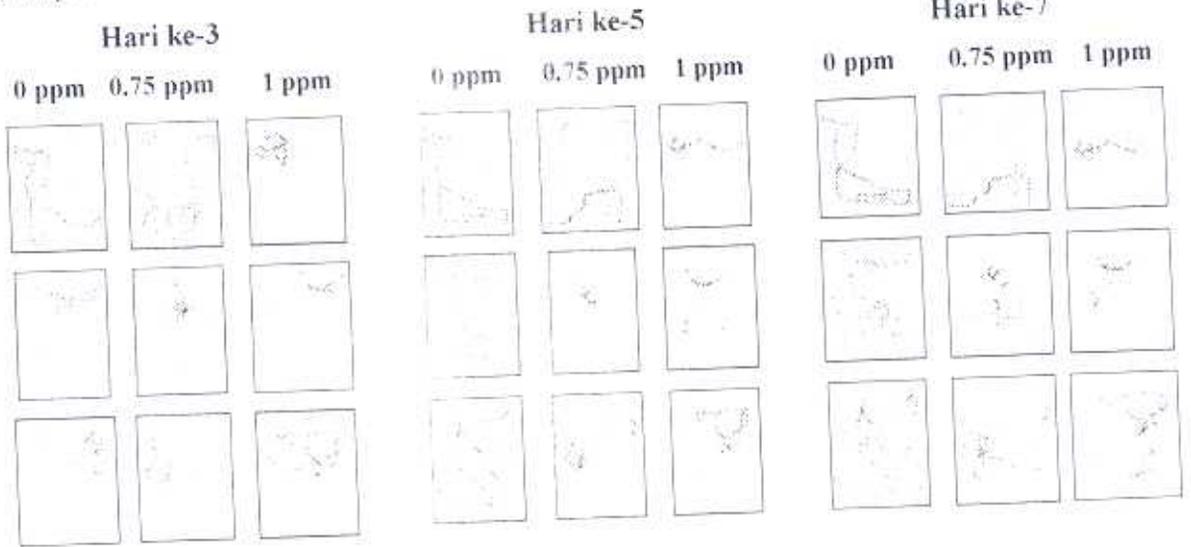
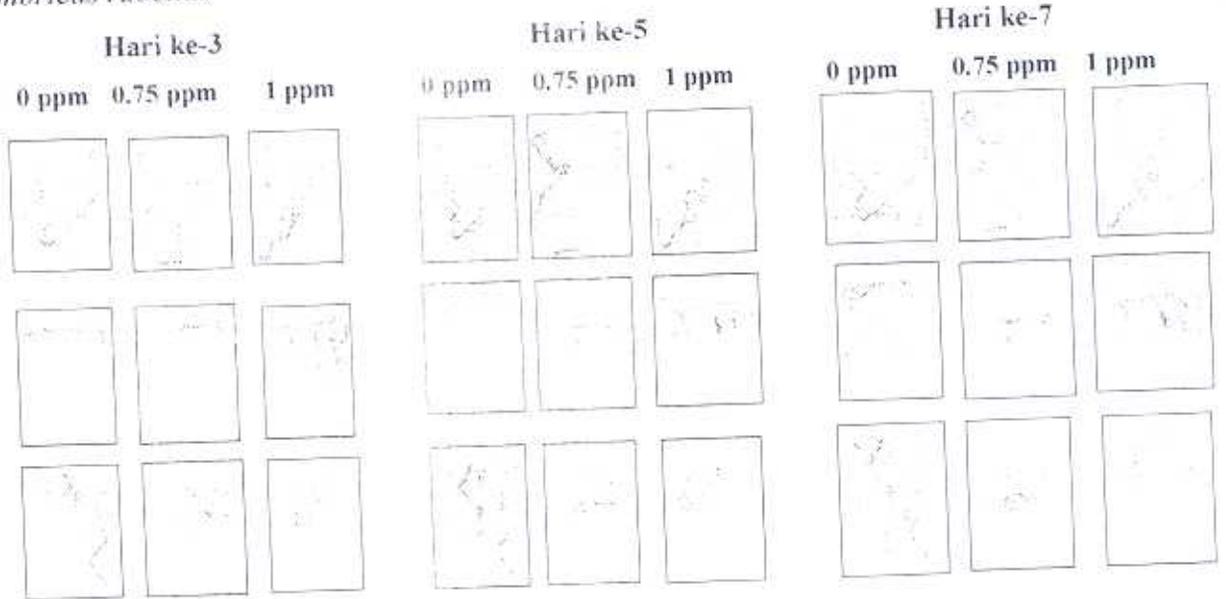
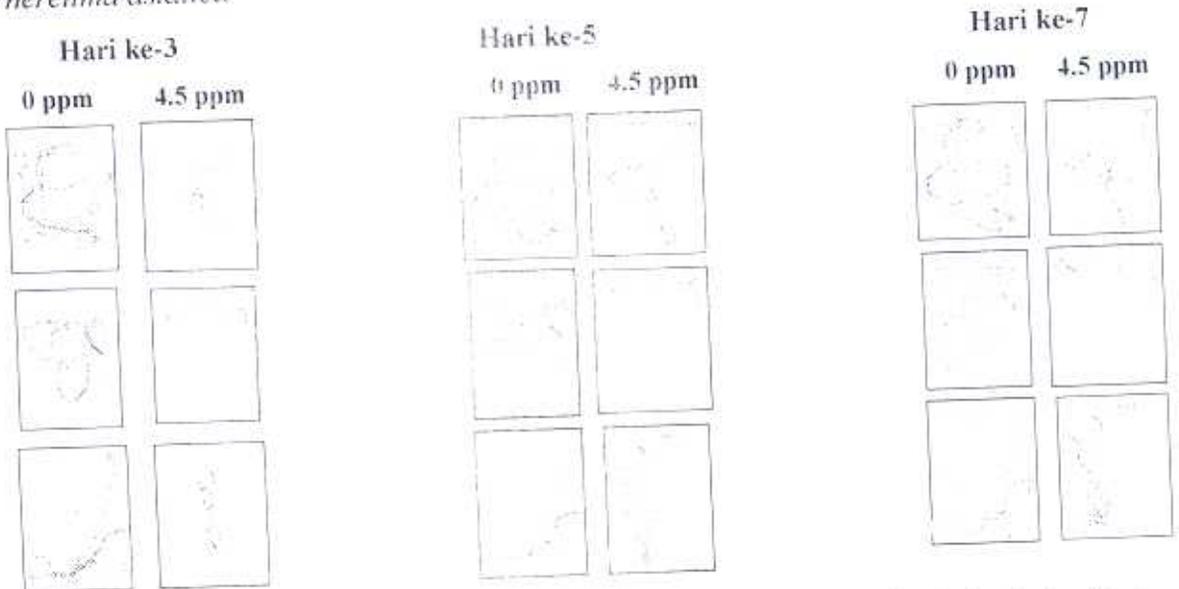


Gambar 4. Rata-rata akumulasi luas daerah jelajah *E. foetida*, *L. rubellus*, dan *P. asiatica* hari ke-1 hingga hari ke-7

Pada kontrol, rata-rata luas daerah jelajah ketiga spesies cacing umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dan selalu meningkat mulai hari pertama hingga akhir percobaan. Luas daerah jelajah yang dibuat *E. foetida* dan *L. rubellus* memperlihatkan perbedaan jelas antara kondisi kontrol dan perlakuan sejak hari keempat, meskipun terjadi pengecualian pada konsentrasi 0,50 ppm untuk *E. foetida* (Gambar 4a dan b). Sedangkan pada *P. asiatica*, perbedaan luas daerah jelajah jelas terlihat sejak hari pertama. Pada kontrol, rata-rata luas daerah jelajahnya selalu lebih tinggi dibandingkan dengan setiap konsentrasi perlakuan (Gambar 4c).

Pola galian

Pada umumnya ketiga spesies cacing tanah ini memiliki pola pergerakan yang relatif sama untuk masing-masing konsentrasinya. Setelah tujuh hari pada kondisi kontrol pola galian cacing cenderung menyebar memenuhi terarium. Semakin tinggi konsentrasi perlakuan, pola lubang galian cacing akan semakin menyempit (Gambar 5). Pada hari ketiga, perbedaan pola galian cacing yang dipelihara pada kontrol dengan konsentrasi tertinggi belum terlihat jelas. Mulai hari kelima perbedaan pola galian tersebut telah nampak meskipun pada *L. rubellus* dan *P. asiatica* masih ada satu ulangan yang sulit dibedakan (Gambar 5b dan c). Pada hari ketujuh perbedaan pola galian pada kontrol dengan perlakuan sangat jelas.

(a) *Eisenia foetida*(b) *Lumbricus rubellus*(c) *Pheretima asiatica*

Gambar 5. Pola galian *E. foetida*, *L. rubellus* dan *P. asiatica* pada hari ke-3, ke-5, dan ke-7

PEMBAHASAN

Efek imidakloprid terhadap perilaku menggali cacing tanah

Berdasarkan LD₅₀, nampak adanya variasi respon yang ditunjukkan oleh ketiga spesies cacing tanah terhadap imidakloprid. Mereka memperlihatkan sensitifitas yang berbeda-beda. *L. rubellus* adalah cacing yang paling sensitif dan *P. asiatica* adalah yang paling rendah sensitifitasnya. Dengan kata lain, imidakloprid sangat bersifat toksik terhadap *L. rubellus* dibandingkan terhadap kedua spesies lainnya. Menurut Luo *et al.* (1999), LD₅₀ imidakloprid pada cacing tanah berkisar antara 1-10 ppm tergantung spesiesnya. Pada penelitian ini, LD₅₀ imidakloprid pada ketiga spesies ini berkisar antara 1.94 hingga 8.63 ppm.

Sifat toksik imidakloprid telah dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Luo *et al.* (1999) dan Zang *et al.* (2000) yang bekerja dengan *E. foetida* melaporkan bahwa terjadi kelainan sperma pada spesies ini pada konsentrasi 0.5 mg/kg dari berat kering tanah. Pada penelitian ini efek toksik imidakloprid juga terlihat pada konsentrasi subletalnya. Pada konsentrasi subletal ini, cacing memberikan respon negatif terhadap kehadiran imidakloprid, terutama pada dua konsentrasi tertinggi yang digunakan dalam penelitian ini (0.75 ppm dan 1.00 ppm untuk *E. foetida* dan *L. rubellus* dan 4.50 ppm untuk *P. asiatica*). Pada konsentrasi tersebut, aktifitas menggali cacing tanah umumnya cenderung menurun sehingga panjang lorong yang digalinya lebih pendek dibandingkan dengan cacing yang berada di kontrol. Demikian pula jarak yang ditempuh cacing setelah terpapar imidakloprid dari waktu ke waktu menunjukkan penurunan. Kecepatan menggaliyapun cenderung menurun terus, terutama setelah 3-4 hari pemaparan. Selain itu mereka cenderung memiliki pola galian yang lebih sempit dan luas daerah jelajah cacing yang lebih kecil.

Penurunan aktivitas cacing setelah terpapar imidakloprid mungkin karena tubuh mereka semakin lemah. Menurut Gibbs *et al.* (1996), organisme yang terpapar senyawa toksik harus mengalokasikan sebagian energinya untuk menetralkan senyawa toksik yang masuk ke dalam tubuhnya. Akibatnya energi yang seharusnya digunakan untuk metabolisme basal, pemeliharaan dan pertumbuhan tubuh serta untuk berbagai aktivitas (termasuk aktivitas menggali) menjadi berkurang.

Capowiez (2003) dalam penelitiannya yang juga menggunakan imidakloprid tetapi dengan dua spesies cacing yang berbeda, mendapatkan hasil yang sama dengan penelitian ini. Spesies cacing yang mereka gunakan adalah *Aporectodea nocturna* dan *Allolobophora icterica*. Kedua spesies cacing ini memperlihatkan penurunan yang signifikan pada panjang lorong galian dan jarak yang mereka tempuh setelah terpapar imidakloprid pada konsentrasi subletalnya, yaitu 0.5 dan 1.0 ppm. Namun demikian ada perbedaan antara hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Pertama adalah konsentrasi terendah yang menimbulkan efek. Pada penelitian mereka konsentrasi tersebut adalah

0.5 ppm sedangkan pada penelitian ini 0.75 ppm. Kedua adalah parameter yang dipengaruhi, yaitu laju penggunaan kembali lorong galian. Pada penelitian mereka, parameter ini menurun drastis meskipun pada konsentrasi 0.5 ppm. Perbedaan hasil ini mungkin dikarenakan oleh perbedaan spesies cacing dan jenis tanah yang digunakan.

Efek toksik imidakloprid terhadap perilaku cacing tanah juga dicatat oleh Lal *et al.* (2001) yang melakukan penelitian di lapang. Dengan konsentrasi imidakloprid yang normal untuk penggunaan di lapang, mereka mengamati penurunan aktifitas pembentukan kasting pada populasi cacing. Ini menunjukkan adanya perubahan perilaku dan fitness akibat imidakloprid.

Perilaku cacing tanah sebagai biomarker

Menurut beberapa peneliti (mis. Cohn dan McPhail 1996), perilaku semakin layak dipertimbangkan sebagai alat pengukuran dalam kajian ekotoksikologi. Walker *et al.* (2001) berpendapat bahwa suatu parameter perilaku umumnya lebih komprehensif dibandingkan suatu parameter fisiologi atau biokimia, karena suatu perilaku merupakan hasil akhir yang terintegrasi dari beragam proses fisiologi dan biokimia di dalam tubuh.

Berdasarkan hasil kajiannya, (Capowiez 2003) berkeyakinan bahwa perilaku menggali cacing tanah dapat digunakan sebagai suatu penanda biologis (biomarker) yang sensitif terhadap kehadiran imidakloprid di dalam tanah. Ia berpendapat bahwa dari ketiga parameter yang diukurnya, yaitu panjang galian, laju penggunaan kembali, dan jarak tempuh, panjang galian saja cukup digunakan sebagai biomarker toksisitas imidakloprid. Selain mudah merekonstruksi lorong-lorong yang digali oleh cacing, menghitung panjangnya pun paling mudah. Selain itu, untuk menghitungnya tidak harus dibuat dulu rekonstruksi lorong-lorongnya dan juga tidak perlu dilakukan pengamatan lima kali sehari.

Pada penelitian ini, selain mengukur ketiga parameter yang diamati oleh Capowiez (2003), juga dicoba mengukur parameter lain, yaitu luas daerah jelajah dan mengamati pola (topologi) lorong galian. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian ini menunjang kesimpulan Capowiez (2003) yang menyebutkan bahwa perilaku menggali cacing tanah dapat digunakan sebagai biomarker pencemaran.

Panjang lorong galian adalah parameter yang paling mudah diukur dan memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan laju penggunaan kembali lorong dan jarak tempuhnya. Namun demikian bila dibandingkan dengan pengukuran luas daerah jelajah, pengukuran panjang lorong ini lebih sulit dilakukan dan memakan waktu lebih lama. Sedangkan untuk menghitung luas daerah jelajah cukup dilakukan secara manual sehingga lebih cepat. Hanya saja dalam menentukan batasan luas daerah jelajah masih perlu upaya pembakuan lebih lanjut agar subyektifitasnya dapat

diminimalkan. Apabila ini dapat dilakukan, luas daerah jelajah merupakan parameter yang lebih potensial untuk digunakan sebagai biomarker dibandingkan panjang lorong galian.

Parameter pola atau topologi lorong juga sangat potensial untuk digunakan sebagai biomarker. Menggunakan parameter ini nampaknya lebih mudah lagi dalam membedakan antara efek perlakuan dan kontrol. Cukup dengan pengamatan visual, topologi lorong pada kontrol dapat dengan mudah dibedakan dari topologi lorong pada perlakuan. Pada kontrol, lorong-lorong yang dibuat cacing tanah cenderung menyebar dan melebar, sementara lorong-lorong pada perlakuan cenderung menyempit. Namun demikian perbedaan tersebut baru mulai terlihat pada hari ketiga, dan baru sangat jelas perbedaannya pada hari kelima. Jadi bila dibandingkan dengan parameter panjang lorong galian, pola atau topologi lorong ini masih kalah cepat dalam waktu awal terlihatnya efek imidakloprid. Pada *L. rubellus* efek imidakloprid terhadap panjang lorong galian sudah terlihat sejak 24 jam pertama pengamatan.

Melihat konsistensi hasil penelitian ini dan penelitian sebelumnya, jelas nampak bahwa metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi efek imidakloprid dan mungkin polutan tanah lainnya terhadap perilaku cacing tanah. Keunggulan metode ini adalah peralatannya yang murah dan kemudahannya dalam mendeteksi efek negatif suatu polutan pada konsentrasi subletalnya terhadap perilaku cacing tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Blanchart E *et al.* 2004. Effects of tropical endogeic earthworms on soil erosion. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 104: 303-315.
- Capowiez Y. 2000. Difference in burrowing behaviour and spatial interaction between the two earthworm species *Aporrectodea nocturna* and *Allolobophora chlorotica*. *Biology and Fertility of Soil* 27, 51-59.
- Capowiez Y *et al.* 2003. Earthworm behaviour as a biomarker – a case study using imidacloprid. *Pedobiologia* 47 (5- 6): 542-547
- Cohn J, MacPhail RC. 1996. Ethological and Experimental Approaches To Behaviour Analysis: Implications for Ecotoxicology. *Environmental Health Perspectives* 104, 299-304.
- Cox C. 2001. Insecticide Factsheet / imidacloprid. *Journal of Pesticide Reform*. 21(1) : 15-21.
- Delahaut KA and Koval CF. 1989. A laboratory study of earthworm mortality to selected turf insecticides. Department of Entomology University of Wisconsin.
- Doving KB. 1991. Assessment of animal behaviour as a method to indicate environmental toxicity. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 100: 247-252.

- Gibbs MH, Wickler LF, Stewart AJ. 1996. A method for assessing sublethal effects of contaminants in soils to earthworms *Eisenia foetida*. *Environment Toxicology Chemistry* 15: 360-368.
- Kidd H and James D R. 1991. *The Agrochemicals Handbook*. Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services. Cambridge, UK (As Updated) 10-20.
- Lal, O. P., Palta, R. K., Srivastava Y. N. S. 2001. Impact of imidakloprid and carbofuran on earthworm casting in Okra field. *Animal Plant Protection Science* 9, 137-138.
- Little EE. 1990. Behavioural toxicology: stimulating challenges for a growing discipline. *Environmental Toxicology and Chemistry* 9: 1-2.
- Luo Y *et al*. 1999. Toxicological study two novel pesticides on an earthworm, *Eisenia foetida*. *Chemosphere* 39: 2347-2356.
- Peakall DB 1994. The role of biomarkers in environmental assessment (1). Introduction. *Ecotoxicology* 3: 157-160.
- Walker CH *et al*. 2001. *Principles of Ecotoxicology*. Ed ke-2. New York: Taylor and Francis Inc.
- Zang Y *et al*. 2000. Genotoxicity of two novel pesticides for earthworm, *Eisenia foetida*. *Environment Pollution*. 108: 271-278.