

TOKSISITAS ABU TERBANG KAYU TERHADAP *Nilaparvata lugens* DAN KOMPLEKS PREDATORNYA

WOOD FLY-ASH TOXICITY AGAINST *Nilaparvata lugens* AND ITS PREDATOR COMPLEX

Fransiscus Xaverius Wagiman¹⁾, Hafiz Fauzana*²⁾, dan Kartika Yoga Prasetyani³⁾

¹⁾Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

²⁾Mahasiswa S3 Program Studi Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

³⁾Mahasiswa S1 Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada
Jln. Flora 1 Bulaksumur, Yogyakarta 55281

*Penulis untuk korespondensi. E-mail: fauzana_hafiz@yahoo.co.id

ABSTRACT

The brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) is currently a very noxious pest insect and it threatened the self sufficiency of rice in Indonesia. Innovation of control technology is urgently needed to be developed. Objective of the study was to determine mortality-effect of the wood fly-ash obtained from pulp factory in Riau against *N. lugens* and its predator complex. A bioassay of the wood fly-ash was done in the laboratory to determine its activity against the test insects. A randomized complete block design (RCBD) experiment with three treatments—fly-ash 40 kg/ha, botanical insecticide containing of root extract of *Derris eliptica*, and control—with five replications was conducted at a paddy field in Sleman District Yogyakarta. Results showed that the wood fly-ash was toxic against *N. lugens*: LD50 at 72 hours after treatment were 4.84 and 43.26 g/m², respectively. As compared with control and botanical insecticide of *D. eliptica*, the wood fly-ash was significantly more effective for controlling the *N. lugens* but relatively safe against predator complex. Dusting of the wood fly-ash at rate of 40 kg/ha effectively reduced population of *N. lugens* within 2 days but did not significantly reduce population of the predator complex namely spiders (*Lycosa sp.*, *Oxyopes sp.*, *Callitrichia sp.*, *Argiope sp.*, and *Tetragnatha sp.*), Coccinellidae (*Menochilus sexmaculatus* and *Verania sp.*), Cicindelidae (*Ophionea sp.*), and Staphylinidae (*Paederus fuscipes*).

Key words: *Nilaparvata lugens*, paddy, wood fly-ash

INTISARI

Wereng batang padi coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) merupakan hama utama pada tanaman padi yang paling membahayakan dan sulit dikendalikan sehingga sangat merugikan perpadian di Indonesia. Inovasi teknologi pengendalian mendesak untuk dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan efek mortalitas dari abu terbang kayu yang berasal dari pabrik *pulp* di Riau terhadap hama *N. lugens* dan kompleks predatornya. Pengujian dari abu terbang kayu dilakukan di laboratorium untuk menentukan toksisitas abu terbang kayu terhadap serangga uji. Percobaan menggunakan *randomized complete block design* (RCBD) dengan 3 perlakuan—dosis abu terbang kayu 40 kg/ha, insektisida botani berasal dari ekstrak akar *Derris eliptica*, dan kontrol—, dengan 5 ulangan yang dilakukan pada pertanaman padi di Kabupaten Sleman Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa toksisitas abu terbang kayu terhadap *N. lugens*: LD50 setelah 72 jam perlakuan adalah 4,84 dan 43,26 g/m², berturut-turut. Abu terbang kayu dibandingkan dengan kontrol dan insektisida botani, signifikan dan efektif mengendalikan *N. lugens* dan relatif tidak membahayakan terhadap kompleks predator. Pemaparan abu terbang kayu dosis 40 kg/ha efektif mengurangi populasi *N. lugens* selama 2 hari dan tidak signifikan terhadap pengurangan populasi kompleks predator laba-laba (*Lycosa sp.*, *Oxyopes sp.*, *Callitrichia sp.*, *Argiope sp.*, dan *Tetragnatha sp.*), Coccinellidae (*Menochilus sexmaculatus* and *Verania sp.*), Cicindelidae (*Ophionea sp.*), dan Staphylinidae (*Paederus fuscipes*).

Kata kunci: abu terbang kayu, *Nilaparvata lugens*, padi

PENGANTAR

Hama wereng batang padi coklat, *Nilaparvata lugens* Stall. (Homoptera: Delphacidae) merupakan hama utama padi yang merusak karena selain menghisap cairan sel tanaman padi juga menjadi vektor virus kerdil rumput dan kerdil hampa. Salah satu cara pengendalian hama padi yang dilakukan oleh petani adalah dengan menaburkan abu dapur.

Abu terbang batubara telah diteliti mampu mengendalikan hama *Cnaphalocrocis medinalis* 73,33%, *Scirpophaga incertulas* 46,44%, *Oxya nitidula* 71,10%, *Psalis pennatula* 68,88%, *Hispa armigera* 39,99%, *Leptocorisa acuta* 62,12%, *Menida histrio* 38,88%, *Scotinophora lurida* 40,00% (Narayanasamy, 2001) dan berbagai jenis hama pada tanaman padi, terong, kacang-kacangan, waluh-waluhan, dan lainnya (Sankari &

Narayanasamy, 2007). Abu terbang batubara berdampak negatif terhadap serangga hama pengigit pengunyah dan pengisap serta lebih dari 50 spesies serangga hama pada berbagai tanaman utama peka (Anonim, 2002).

Abu terbang (*fly-ash*) merupakan limbah industri dari pembakaran batubara atau kayu di PLTU, industri *pulp*, industri pengolahan kelapa sawit, yang belum dimanfaatkan secara optimal. Misalnya, pabrik *pulp* PT. RAPP di Provinsi Riau menghasilkan abu terbang kayu 100 ton per hari (Fitri, 2005). Potensi abu terbang baik yang berasal dari kayu maupun batubara sebagai insektisida hama padi di Indonesia belum banyak diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi abu terbang pada kompleks musuh alami.

BAHAN DAN METODE

Bahan abu terbang kayu diperoleh dari pabrik *pulp* Indah Kiat, Pekanbaru, Propinsi Riau dalam bentuk *dust* dan berkadar air 3,03%. Koloni wereng batang padi cokelat (WBPC) diperoleh dari tanaman padi di Kecamatan Sleman, Yogyakarta, dan diperbanyak di Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya Hayati, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta menggunakan padi varietas Cisadane (PT. Sang Hyang Seri). Kompleks predator hama WBPC berasal dari hasil koleksi di pertanaman padi sawah dari daerah Moyudan.

Kajian Teknik Aplikasi

Efisiensi teknik aplikasi abu terbang kayu dengan cara *spraying* atau *dusting* belum diketahui. Dosis abu terbang kayu yang diuji ialah 4 g/m², ditentukan dari dosis 40 kg/ha dosis yang digunakan oleh Anonim (2002). Untuk *spraying*, abu terbang kayu sebanyak 4 g disuspensikan dalam 50 ml air kemudian disemprotkan dengan *hand-sprayer* pada bidang 1 m² yang permukaannya kering. Untuk *dusting*, abu terbang kayu dihembuskan dengan alat gama *duster* pada bidang 1 m² yang permukaannya terlebih dahulu disemprot air agar basah dan debu melekat pada permukaan bidang. Bidang permukaan yang menjadi target dalam kajian ini ialah

kertas millimeter berukuran 1 m×1 m yang diletakkan di atas kertas koran.

Pengamatan sebaran abu terbang kayu pada permukaan bidang dilakukan dengan mengamati gambar foto di bawah mikroskop. Segera setelah selesai *spraying* atau *dusting*, permukaan bidang difoto di lima tempat yakni satu di tengah dan lainnya di keempat sudut diagonal. Dari setiap gambar sampel foto, 40 subsampel bidang berukuran 1 mm×1 mm diambil secara acak sistematis. Skor tingkat sebaran abu terbang kayu pada setiap 1 mm² bidang (Tabel 1) dipakai sebagai indikator efisiensi teknik aplikasi. Uji $t_{\alpha,0,05}$ dilakukan untuk membandingkan efisiensi antara *spraying* dan *dusting*.

Uji Aktivitas Abu Terbang Kayu terhadap Wereng Batang Padi Cokelat di Laboratorium

Imago brachiptera WBPC umur 2 hari sebanyak 10 ekor diinfestasikan pada lima bibit padi setinggi 8 cm yang telah disiapkan dalam *cup* plastik 250 ml. Setelah WBPC mapan pada bibit padi, abu terbang kayu dipaparkan sesuai dengan tingkat dosis; 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 g/m², kecuali pada perlakuan kontrol. Setiap perlakuan dosis termasuk kontrol memerlukan 210 ekor WBPC. Abu terbang kayu diaplikasikan dengan cara dihembuskan (*dusting*) pada koloni WBPC dengan memutar alat gama *duster*. Mortalitas WBPC diamati pada jam ke-72 setelah aplikasi. Analisis probit dilakukan untuk menentukan nilai LD50 (Finney, 1971).

Efikasi Lapangan Pemaparan Abu Terbang Kayu terhadap Populasi Wereng Batang Padi Cokelat dan Pengaruhnya terhadap Kompleks Predator

Kajian dilakukan di sawah milik petani di daerah Kecamatan Moyudan, Kabupaten Sleman yang ditanami padi varietas Cisadane dan berumur sekitar 35 hari setelah tanam (hst). Pengamatan awal menunjukkan bahwa populasi WBPC di lokasi tersebut sangat tinggi dengan distribusi relatif merata. Keefektifan pemaparan abu terbang kayu dibandingkan dengan insektisida botani yang mengandung ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) dan kontrol. Rancangan percobaan yang dipakai adalah

Tabel 1. Nilai skor setiap kategori sebaran abu terbang kayu pada bidang 1 mm²

Skor	Kriteria sebaran abu terbang kayu pada permukaan bidang ukuran 1 mm × 1 mm
0	Tidak ada abu terbang kayu menempel pada bidang
1	0–25% bidang tertutup oleh abu terbang kayu
2	26–50% bidang tertutup oleh abu terbang kayu
3	51–75% bidang tertutup oleh abu terbang kayu
4	76–100% bidang tertutup oleh abu terbang kayu

randomized complete block design (RCBD) dengan lima ulangan. Plot percobaan seluas 3m×5m, dengan jarak antar plot 1 meter.

Abu terbang kayu dipaparkan dengan cara *dusting* dengan dosis 40kg/ha (Anonim, 2002). Pengamatan populasi hama WBPC dan kompleks predator dilakukan pada hari H-1, H+1, H+2, dan H+7 setelah pemaparan. Dua baris tanaman tepi tidak diamati. Pada setiap kali pengamatan sebanyak 10 rumpun sampel diambil secara acak pada setiap plot percobaan. Analisis varians dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menentukan tingkat perbedaan populasi WBPC dan kompleks predator di antara perlakuan.

Pengaruh Pemaparan Abu Terbang Kayu terhadap Berbagai Ordo Serangga

Serangga dan laba-laba ditangkap dengan jaring serangga sebanyak 10 kali ayunan, kemudian dengan hati-hati dimasukkan ke dalam botol plastik volume 1,5 liter (1 botol adalah 1 sampel). Bagian alas botol dipotong dan ditutup dengan kain kasa yang diikat dengan karet gelang, sedang mulut botol tetap tertutup. Total botol yang berisi sampel serangga adalah 12 botol. Satu jam kemudian enam botol dipapar dengan abu terbang kayu sebanyak 4 g/botol dan enam botol lainnya tidak diperlakukan (kontrol). Mortalitas serangga dan laba-laba

dihitung pada saat 3 jam setelah perlakuan dan diperbandingkan hasil pada botol yang diperlakukan dan pada botol kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian Teknik Aplikasi

Hasil kajian menunjukkan bahwa aplikasi dengan cara *dusting* lebih baik daripada *spraying* dilihat dari luas permukaan yang tertutup oleh partikel abu terbang kayu. Skor sebaran partikel abu terbang kayu pada permukaan bidang pada perlakuan *dusting* (2,97) signifikan lebih tinggi daripada *spraying* (1,99) (Tabel 2).

Uji Aktivitas Abu Terbang Kayu terhadap Wereng Batang Padi Cokelat

Abu terbang kayu menunjukkan aktivitas terhadap WBPC. Mortalitas WBPC dengan bertambahnya dosis abu terbang kayu meningkat kecuali pada dosis 6 g/m² dan 8 g/m² menyebabkan mortalitas yang sama yaitu 60%. Mortalitas pada hari ketiga (72 jam setelah aplikasi) mencapai 90% pada dosis tertinggi yaitu dosis 12 g/m² (Tabel 3). Hasil kajian Fauzana (2011) menunjukkan bahwa pemaparan abu terbang batubara dan kayu menyebabkan mortalitas nimfa WBPC sebanyak 62 % dan imago WBPC 58% pada dosis 4 g/m².

Tabel 2. Skor penutupan permukaan bidang oleh partikel abu terbang kayu pada perlakuan *spraying* dan *dusting*

No. Sampel	Skor permukaan bidang tertutup abu terbang kayu per mm ² pada perlakuan			
	<i>Spraying</i>		<i>Dusting</i>	
	Kisaran	Rerata	Kisaran	Rerata
1	1–3	1,93	2–4	2,85
2	1–3	2,03	2–3	2,68
3	1–3	1,63	2–4	3,30
4	1–3	2,08	2–4	2,85
5	1–3	2,28	2–4	3,15
Rerata		1,99 a	-	2,97 b
T _{α,05}			p= 0,00276	

Tabel 3. Mortalitas dan LD 50 hama WBPC dengan pemaparan beberapa dosis abu terbang kayu 72 jam setelah pemaparan (30 ekor WBPC uji)

Dosis abu terbang kayu (g/m ²)	Mortalitas wereng batang padi cokelat yang mati dalam 72 jam (%)
0	0
2	6
4	12
6	18
8	18
10	24
12	27
Rerata	50
LD 50 (g/m ²)	4,84

Analisis probit menghasilkan nilai LD50 sebesar 4,84 g/m² (Tabel 3). Dosis pada LD50 ini jika dikonversi ke hektar sebesar 48,4 kg/ha. Anonim (2002) menggunakan dosis 40 kg/ha untuk kajian pengendalian hama di India sehingga LD50 ini mendekati dosis aplikasi lapangan.

Efikasi Lapangan Pemaparan Abu Terbang Kayu terhadap Populasi Wereng Batang Padi Cokelat dan Pengaruhnya terhadap Kompleks Predator

Pengaruh pemaparan abu terbang kayu terhadap populasi wereng batang padi cokelat. Survei lokasi di daerah Kecamatan Moyudan menemukan 90% rumpun padi terserang WBPC dengan populasi 1–8 ekor/rumpun pada varietas padi Cisadane stadia vegetatif umur kurang lebih 35 hst. Selain WBPC, kompleks predator juga ditemukan melimpah di pertanaman padi tersebut. Pengaruh perlakuan dilihat dari fluktuasi populasi WBPC sebelum dan sesudah perlakuan, serta dari perbandingan antar perlakuan. Hasil percobaan lapangan (Gambar 1a) menunjukkan bahwa sebelum perlakuan (H-1), populasi WBPC relatif sama yaitu, kurang lebih 3–4 ekor/rumpun.

Hasil efikasi lapangan menunjukkan bahwa satu hari setelah pemaparan (H+1) abu terbang kayu terjadi penurunan populasi WBPC yang signifikan, sampai dua hari setelah pemaparan (H+2), kemudian populasi cenderung stabil sampai hari ketujuh (H+7). Sementara pada kontrol, populasi WBPC juga mengalami penurunan pada H+1 dan H+2, ini berarti ada implikasi lain yaitu faktor-faktor luar yang mempengaruhi dinamika fluktuasi populasi WBPC pada saat kajian, karena kondisi lapangan yang kompleks (faktor lingkungan abiotik atau fisik yaitu iklim dan cuaca, serta faktor lingkungan biotik yaitu musuh alami) (Dyck *et al.*, 1979) nampaknya ikut berperan menekan populasi WBPC. Meskipun demikian dari hasil tergambar bahwa pemaparan abu terbang kayu berpengaruh menekan populasi WBPC, yang ditunjukkan dengan populasi WBPC yang berbeda secara signifikan setelah H+1, H+2, sampai H+7 setelah pemaparan.

Pemaparan abu terbang kayu pada tanaman padi secara signifikan menurunkan populasi WBPC. Hasil percobaan lapangan (Gambar 1b) menunjukkan bahwa rerata populasi WBPC pada pertanaman yang terpapar oleh abu terbang kayu adalah 0,5 ekor/rumpun, lebih rendah dibandingkan dengan kontrol yaitu 1,63 ekor/rumpun dan akibat aplikasi insektisida botani *Derris elliptica* yaitu 1,3 ekor/rumpun.

Abu terbang batubara yang dihembuskan ke tanaman padi merupakan racun lambung terhadap serangga penggigit pengunyah. Selain menyebabkan kerusakan mandibel, abu terbang dapat mengganggu saluran pencernaan larva serangga sehingga menimbulkan kematian (Narayanasamy, 1994). Meskipun pemaparan abu terbang kayu menurunkan populasi WBPC secara signifikan, pada kondisi lapangan yang kompleks, faktor lain mungkin dapat menurunkan populasi WBPC. Pengendalian alami diyakini bekerja efektif terutama oleh faktor musuh alami dari kelompok kompleks predator.

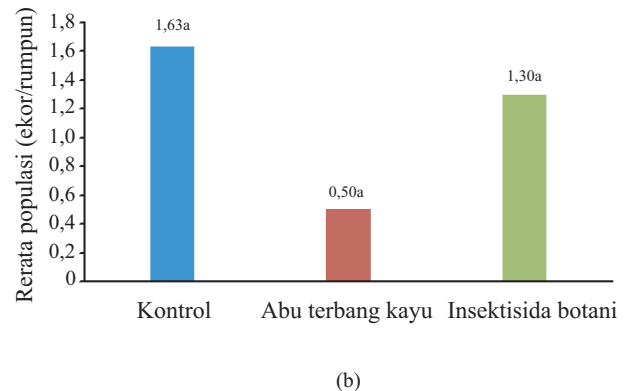
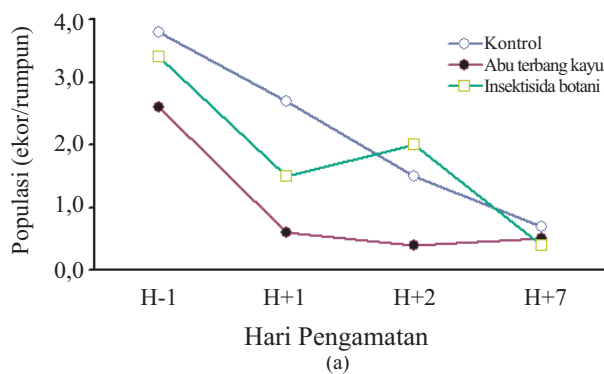
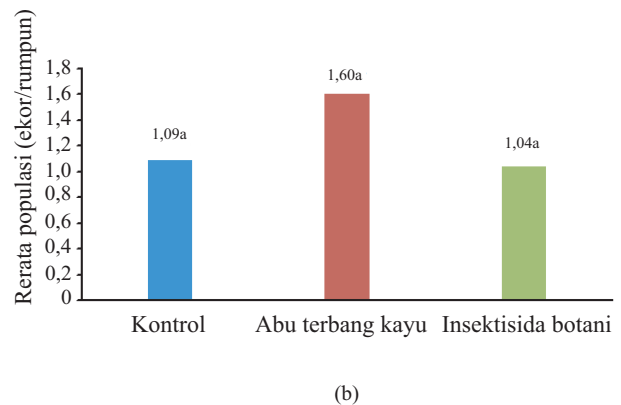
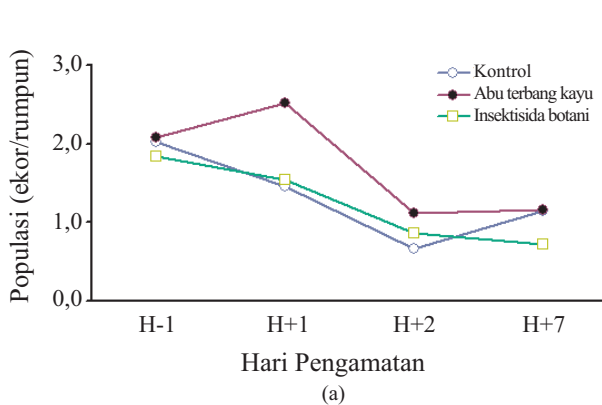
Pengaruh pemaparan abu terbang kayu terhadap populasi kompleks predator. Jumlah dan komposisi predator yang berasosiasi dengan tanaman padi disajikan pada Tabel 4. Dalam penelitian ini ditemukan empat kelompok predator yaitu laba-laba, kumbang Coccinellidae, Cicindelidae, dan Staphylinidae. Laba-laba yang ditemukan adalah *Lycosa* sp., *Oxyopes* sp., *Callitrichia* sp., *Argiope* sp., *Tetragnatha* sp., dan *Lycosa* sp. adalah species yang dominan. Laba-laba mendominasi (43,11%) populasi kompleks predator, diikuti *Menochilus sexmaculatus*, *Verania* sp., *Ophionea* sp. (famili Cicindelidae) dan *Paederus fuscipes* (famili Staphylinidae).

Pemaparan abu terbang kayu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap dinamika fluktuasi populasi kompleks predator di lapangan (Gambar 2a). Fluktuasi populasi kompleks predator pada H-1 relatif sama, kemudian pada H+1 justru meningkat dan menurun pada H+2, selanjutnya konstan. Sementara pada perlakuan kontrol dan insektisida botani fluktuasi populasi kompleks predator pada H+1 justru sebaliknya mengalami penurunan sampai H+2, dan konstan sampai H+7. Sejak H+1 sampai H+7 populasi kompleks predator pada perlakuan abu terbang kayu lebih tinggi (H+1) dan relatif sama dengan kontrol, artinya, abu terbang kayu tidak berpengaruh negatif terhadap kompleks predator.

Pemaparan abu terbang kayu pada kompleks predator tidak berpengaruh negatif. Hal ini ditunjukkan dengan populasi kompleks predator tetap stabil bahkan lebih tinggi (1,6 ekor/rumpun) dibanding dengan insektisida botani *Derris elliptica* (1,04 ekor/rumpun) dan kontrol (1,09 ekor/rumpun) (Gambar 2b). Pengaruh pemaparan abu terbang kayu pada kompleks predator pada kondisi lapangan yang kompleks tidak dapat disimpulkan dengan

Tabel 4. Komposisi kompleks predator yang ditemukan pada tanaman padi Cisadane umur 35 hari setelah tanam yang diperlakukan abu terbang kayu, insektisida botani ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*), dan kontrol

Perlakuan	Total kompleks predator (ekor/rumpun/empat kali pengamatan)	Komposisi kompleks predator (ekor)			
		Laba-laba (<i>Lycosa</i> sp., <i>Oxyopes</i> sp.)	<i>Verania</i> sp.	<i>Ophionea</i> sp.	<i>Paederus</i> sp.
Abu terbang kayu	6,88 a	2,86	1,58	0,20	2,24
Insektisida botani (ekstrak akar tuba)	4,96 b	2,14	1,06	0,26	1,50
Kontrol	5,28 b	2,38	0,78	0,40	1,72
Jumlah	17,12	7,38	3,42	0,86	5,46
%	100,00	43,11	19,98	5,02	31,89

Gambar 1. Pengaruh pemaparan abu terbang kayu dan insektisida botani ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*); (a) perubahan populasi wereng batang padi coklat (WBPC) sebelum dan sesudah perlakuan, (b) rerata populasi WBPC di lapanganGambar 2. Pengaruh pemaparan abu terbang kayu dan insektisida botani ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*); (a) perubahan populasi kompleks predator laba-laba (*Lycosa* sp., *Oxyopes* sp.) dan Coleoptera (*Verania* sp., *Paederus* sp., dan *Ophionea* sp.) sebelum dan sesudah perlakuan; (b) rerata populasi kompleks predator di lapangan

cepat. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut dampak ikutan dari komponen lingkungan lain.

Pengaruh pemaparan abu terbang kayu terhadap berbagai ordo serangga. Kajian awal menunjukkan bahwa abu terbang kayu dapat membunuh serangga percobaan jika dipaparkan

langsung pada permukaan tubuh selama 3 jam (Tabel 5). Namun, hasil ini tidak sinkron dengan kajian efikasi pemaparan abu terbang kayu di lapangan. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor yang berperan pada kondisi lapangan sehingga dampak terhadap kompleks predator juga berbeda dengan hasil uji di laboratorium. Hasil kajian ini

Tabel 5. Pengaruh pemaparan abu terbang kayu terhadap mortalitas berbagai ordo

Kelompok serangga	Jumlah serangga (ekor/6 botol) 3 jam setelah perlakuan			
	Abu terbang kayu		Kontrol	
	Hidup	Mati	Hidup	Mati
Orthoptera (<i>Oxya</i> sp.)	1	15	8	0
Hemiptera (WBPC)	0	46	14	0
Coleoptera				
Coccinellidae (<i>Verania</i> sp.)	0	32	24	0
Cicindelidae (<i>Ophionea</i> sp.)	0	5	4	0
Staphylinidae (<i>Paederus</i> sp.)	0	2	1	0
Diptera				
Cecidomyiidae (<i>Orseolia</i> sp.)	0	8	10	0
Lepidoptera				
Noctuidae (<i>Spodoptera</i> sp.)	0	14	26	0
Hymenoptera (Icneumonidae)	0	1	3	0
Jumlah	1	123	90	0
% mortalitas	99,19		0	

masih harus diteruskan untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap tentang potensi abu terbang kayu sebagai insektisida yang efektif terhadap hama, namun aman pada musuh alami.

KESIMPULAN

1. Abu terbang kayu dari pabrik *pulp* efektif mengendalikan hama WBPC, yaitu pada dosis tertinggi 12 g/m² dapat membunuh WBPC hingga 90% dengan LD50 sebesar 4,84 dan 43,26 g/m².
2. Aplikasi dengan menghembuskan abu terbang kayu pada dosis 40 kg/ha efektif mengurangi populasi WBPC dalam 2 hari setelah aplikasi dengan rerata populasi sebanyak 0,5 ekor/rumpun dan secara signifikan tidak berpengaruh terhadap populasi kompleks predator hama WBPC.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 2002. *Lignite Fly Ash as Eco-friendly Insecticide*. Online edition of India's National Newspaper. The Hindu. Thursday, May 23, 2002. www.hindu.com/thehindu/seta/2002/05/23/stories/2002052300150300.htm, modified 24/4/10.

Dyck, V.A., B.C. Misra, S. Alam, C.N. Chen, C.Y. Hsieh, & R.S. Rejesus. 1979. Ecology of the Brown Planthopper in the Tropics, p. 61–98. In International Rice Research Institute (eds.), *Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia*. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines.

Fauzana, H. 2011. *Kajian Potensi Abu Terbang (Fly ash) dari Batubara untuk Mengendalikan Hama Wereng Batang Padi Cokelat (Nilaparvata lugens Stal.)*. Laporan Penelitian DIPA Universitas Riau Tahun Anggaran 2011, Riau. 41 p.

Fitri, Y. 2005. *Sintesis Zeolit dari Limbah Abu Terbang PT. RAPP*. Master Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Riau. 69 p.

Narayanasamy, P. 1994. *Studies on the Utility of Lignite Fly Ash as an I and an Adjuvant in Insecticide Formulations*. Final Project Report. Tamil Nadu State Council for Science and Technology. Govt. of Tamilnadu, Chennai. 144 p.

Narayanasamy, P. 2001. Indigenous Pest Suppression, p. 87–111. In R.K. Upadhyay, K.G. Mukerji, & B.P. Chamola (eds.), *Biocontrol Potential and its Exploitation in Sustainable Agriculture*. Volume 2. Insect Pest. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

Sankari, S.A. & P. Narayanasamy. 2007. Bioefficacy of Fly Ash Based Herbal Pesticides against Pests of Rice and Vegetables. *Current Science* 92: 811–816.

Sujitno, J., D. Kilin, Suprpto Hs., Sutrisno, & U. Gunara. 1988. Penelitian Wereng Coklat 1987/1988. Edisi khusus no. 2, p. 64–72. In S.E. Baehaki & D. Sukarna (eds.), *Tekanan Predator dan Insektisida terhadap Perkembangan Wereng Cokelat di Per-tanaman*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.