

Laju Respirasi Kecoak Jerman (*Blattella germanica*, Dictyoptera; Blattellidae) yang Resisten Terhadap Insektisida

Respiration Rate of German Cockroach (*Blattella germanica*, Dictyoptera; Blattellidae) that Resistant to the Insecticide

Robby Jannatan, Resti Rahayu*, Putra Santoso

Laboratorium Fisiologi Hewan, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat 25163

*) Koresponden : resti_rahayu@yahoo.com

Abstract

An experiment on respiration rate of German cockroach (*Blattella germanica*, Dictyoptera; Blattellidae) that had been resistant to pyrethroid insecticide was done from December 2012 to Mei 2013. This experiment used completely randomized design with two treatments (with insecticide and without insecticide exposed) and three replications. The respiration rate were measured using the Scholander Respirometer. The control subject were VCRU-WHO as a susceptible strain standardized by WHO, while the resistance strains were GFA-JKT, KRSA-BDG, PLZ-SMRD and PLZ-PDG consisted of female, male and nymph Individuals. The results shown that respiration rates were not significant difference between susceptible and resistance strains on females (F: 0.373, df: 4, P: 0.823), males (F: 0.562, df: 4, P: 0.696) and nymphs (F: 0.402, df: 4, P: 0.803). The respiration rate were also not significant difference between with insecticide and without insecticide exposed, except within GFA-JKT females (F: 9.161, df: 4, P: 0.039), VCRU-WHO males (F: 11.779, df: 4, P: 0.026) and GFA-JKT nymphs (F: 8.733, df: 4, P: 0.042). Those results support that resistant cockroach do not increase respiration rate in responding insecticide exposed.

Keywords: German cockroach, respiration rate, strains, insecticide exposed

Pendahuluan

Kecoak merupakan salah satu hama pemukiman yang menjadi vektor dari berbagai penyakit, tersebar luas di seluruh dunia dan berasosiasi dengan habitat manusia (Cochran, 2003). Beberapa spesies kecoak yang tergolong hama dan paling banyak ditemukan adalah kecoak Jerman (*Blattella germanica*) (Layton, 1914; Bell, Roth dan Nalepa, 2007).

Pengendalian populasi kecoak selama ini sangat bergantung kepada penggunaan insektisida. Insektisida dapat membunuh kecoak secara cepat, namun pemakaian insektisida yang berlebihan dan tidak terkendali dapat menyebabkan resistensi (Ahmad, 2011). Serangga menjadi resisten disebabkan oleh suatu mekanisme resistensi yang dikembangkan serangga agar dapat bertahan terhadap tekanan seperti insektisida (Lee, 1997). Tekanan seleksi

dari luar seperti insektisida akan mengganggu proses fisiologis kecoak, sehingga kecoak harus membentuk suatu pertahanan tertentu untuk menanggapi tekanan itu. Proses tubuh untuk menanggapi tekanan membutuhkan suatu energi berlebih yang biasa disebut dengan *fitness costs* (Boivin *et al.*, 2001).

Menurut Crow (1957) *fitness* serangga resisten tidak sebaik *fitness* serangga rentan. Adanya penurunan *fitness* pada serangga resisten merupakan akibat perubahan fungsi fisiologis di dalam tubuh. Perubahan fungsi fisiologi di dalam tubuh adalah salah satu strategi yang dikembangkan serangga pada mekanisme resistensi agar dapat bertahan hidup dari tekanan seperti insektisida. Berdasarkan penelitian Rahayu (2011) kecoak resisten rata-rata memiliki aktivitas enzim detoksifikasi yang lebih tinggi daripada kecoak rentan. Ini menunjukkan bahwa

terdapat perbedaan proses fisiologi dalam tubuh kecoak untuk bertahan terhadap tekanan seperti insektisida.

Salah satu proses fisiologi tubuh serangga seperti kecoak menggunakan proses respirasi untuk mendapatkan suplai energi dengan mengambil oksigen dari udara luar (Chown dan Nicolson, 2004). Oksigen akan ditransfer menuju sel dan digunakan untuk respirasi oksidatif yang berperan dalam proses serapan energi (Klowden, 2007). Adanya peristiwa resistensi terhadap insektisida diduga akan berkaitan dengan proses serapan energi dari respirasi. Oleh sebab itu, diduga akan ada perbedaan laju respirasi antara kecoak yang resisten dan rentan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju respirasi kecoak Jerman yang resisten dan rentan terhadap insektisida pada betina, jantan dan nimfa serta pengaruh pemberian insektisida terhadap laju respirasi pada kecoak Jerman.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua perlakuan (didedahkan dan tanpa didedahkan insektisida) dan tiga ulangan. Strain kecoak yang digunakan terdiri dari strain GFA-JKT, KRSA-BDG, PLZ-SMRD dan PLZ-PDG sebagai strain yang sudah berstatus resisten dan dibandingkan dengan strain rentan VCRU-WHO sebagai standar, masing-masing strain terdiri dari betina, jantan dan nimfa.

Alat yang digunakan diantaranya timbangan analitik, kantong plastik, kapas, kandang kecoak, cawan petri berdiameter sembilan cm dan satu set Respirometer Scholander. Bahan yang digunakan antara lain vaselin, *baby oil*, eosin, KOH 4%, insektisida dengan bahan aktif sipermetrin 0,40 g/l, imifrotrin 0,32 g/l dan transflutrin 0,20 g/l serta pakan kecoak (pelet ikan D729 dan pakan anjing merk Pedigree).

Pemeliharaan Hewan Uji

Kecoak Jerman dikembangkan di Laboratorium Riset Fisiologi Hewan Universitas Andalas pada suhu ruangan antara 26-28⁰C dan fotoperioda 12:12. Pemeliharaan kecoak mengacu kepada

Rahayu (2011). Kecoak yang digunakan dalam penelitian ini adalah betina dengan berat antara 0,07-0,10 gram, jantan dan nimfa dengan berat antara 0,04-0,07 gram. Kecoak dewasa diperkirakan berumur 60-65 hari dan nimfa stadia akhir (instar 4- 5).

Perlakuan hewan uji

Kecoak dari stok biakan diambil lima ekor dari masing-masing strain. Kecoak ditimbang dengan timbangan analitik dan dilakukan pengukuran laju respirasi. Untuk perlakuan didedahkan insektisida, sebelum pengukuran laju respirasi kecoak didedahkan dengan insektisida. Pendedahan insektisida mengacu kepada Ladonni (2000) menggunakan cawan petri berdiameter sembilan cm. Insektisida dilarutkan menggunakan aseton menjadi konsentrasi subletal, yaitu 10 % dari konsentrasi insektisida dalam kemasan. Insektisida dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 1 ml lalu digoyang-goyangkan agar merata ke seluruh permukaan cawan petri dan dikering-anginkan. Kecoak didedahkan selama tiga menit di dalam cawan petri kemudian dikeluarkan dan diukur laju respirasinya. Volume insektisida dan lama pendedahan ditentukan melalui uji pendahuluan.

Pengukuran laju respirasi

Pengukuran laju respirasi dilakukan untuk melihat konsumsi oksigen dari hewan yang diujikan menggunakan Respirometer Scholander. Penggunaan Respirometer Scholander mengacu kepada Harris (1985). Pengamatan laju respirasi kecoak dilakukan selama 15 menit.

Analisis Data

Laju Respirasi kecoak Jerman dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{skala akhir} - \text{skala awal manometer (ml)}}{\text{berat badan g} \times \text{waktu (dt)}} \quad (\text{Harris, 1985})$$

Data yang didapatkan dianalisis menggunakan analisa varian (ANOVA), jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan New Multiple Range Test*). Untuk mengetahui perbedaan

antara laju respirasi kecoak jerman tanpa didedahkan dengan didedahkan insektisida di uji menggunakan uji t independen. Data dianalisis dengan software komputer SPSS 15.

Hasil dan Pembahasan

Laju respirasi kecoak jerman tanpa didedahkan insektisida

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa rata-rata laju respirasi betina strain VCRU-WHO lebih tinggi daripada KRSA-BDG, PLZ-SMRD dan PLZ-PDG kecuali pada GFA-JKT. Pada jantan laju respirasi strain VCRU-WHO lebih tinggi daripada GFA-JKT, KRSA-BDG dan PLZ-PDG kecuali pada PLZ-SMRD, sedangkan pada nimpa laju respirasi strain VCRU-WHO lebih rendah daripada strain GFA-JKT, PLZ-SMRD dan PLZ-PDG kecuali pada KRSA-BDG. Walaupun demikian, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata laju respirasi strain rentan dengan resisten baik untuk betina, jantan maupun nimpa setelah di analisa statistika menggunakan analisa varian.

Tidak terdapatnya perbedaan laju respirasi antara strain resisten dan rentan pada lingkungan bebas insektisida, diduga resistensi yang terjadi tidak berasal dari perubahan metabolisme di dalam tubuh yang mempengaruhi laju respirasi kecoak. Menurut Hostetler *et al.* (1994) tidak terdapatnya perbedaan antara kecoak rentan dengan resisten kemungkinan karena kecoak resisten mempunyai mekanisme resistensi fisiologi yang tidak membutuhkan penambahan aktivitas enzimatis. Mekanisme resistensi fisiologi yang menyebabkan serangga resisten terhadap insektisida menurut Lee (1997) meliputi, penurunan penetrasi insektisida melalui kutikula karena adanya modifikasi pada komposisi kimia dan struktur kutikula, peningkatan enzim untuk mendetoksifikasi senyawa racun dan perubahan reseptor pada sel target.

Laju respirasi kecoak jerman didedahkan insektisida

Berdasarkan Tabel 3. laju respirasi kecoak jerman yang didedahkan insektisida

terdapat kecenderungan bahwa kecoak resisten mempunyai laju respirasi yang lebih tinggi daripada kecoak rentan terutama pada betina dan jantan. Hal ini kemungkinan karena kecoak resisten membutuhkan penambahan konsumsi oksigen ketika didedahkan insektisida untuk meningkatkan aktivitas enzim detoksifikasi, hal ini sesuai dengan pendapat Hostetler *et al.* (1994) bahwa laju respirasi akan meningkat jika kecoak diinduksi dengan insektisida sehingga aktivitas enzim detoksifikasi meningkat pada strain resisten. Perbedaan laju respirasi antara kecoak resisten dan rentan diduga akibat perbedaan fisiologis di dalam tubuh kecoak resisten. Perbedaan mekanisme fisiologis di dalam tubuh adalah salah satu strategi yang dikembangkan serangga pada mekanisme resistensi agar dapat bertahan hidup dari tekanan seperti insektisida (Rahayu, 2011).

Untuk melihat perbedaan laju respirasi antara kecoak betina, jantan dan nimpa dalam strain yang sama setelah didedahkan insektisida terdapat kecenderungan bahwa kecoak betina mempunyai laju respirasi lebih rendah daripada jantan dan nimpa, Perbedaan laju respirasi antara kecoak betina dan jantan tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida diduga karena pengaruh tingkat resistensi antara betina dan jantan. Rahayu (2011) menyatakan bahwa kecoak betina mempunyai tingkat resistensi yang lebih rendah daripada jantan, jadi diduga tingkat resistensi berpengaruh terhadap laju respirasi kecoak jantan. Hal ini juga dipengaruhi oleh perbedaan berat dan ukuran tubuh antara kecoak jantan dan betina.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa betina mempunyai berat yang lebih besar dibandingkan jantan dan nimpa, sehingga dibutuhkan dosis yang lebih besar untuk membunuhnya. Perbedaan berat badan ini disebabkan oleh perbedaan jumlah jaringan *fat body* yang terdapat pada tubuh kecoak, karena kecoak betina mempunyai jumlah *fat body* yang lebih banyak daripada jantan dan nimpa. *Fat body* menyebabkan berat badan kecoak betina bertambah besar (Lambiase *et al.*, 2000). Selain itu, *fat body*

juga berfungsi untuk menyimpan zat sisa metabolisme dan penawar racun yang masuk ke dalam tubuh kecoak seperti insektisida (Polver *et al.*, 1986).

Perbandingan laju respirasi kecoak jerman tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida

Berdasarkan Tabel 4. setelah dilakukan analisa statistika menggunakan uji t independen, maka didapatkan hasil yang berbeda nyata antara tanpa didedahkan dengan didedahkan insektisida pada strain GFA-JKT ($\alpha < 0,05$), dimana nilai rata-rata laju respirasi lebih tinggi pada tanpa didedahkan insektisida. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan bahwa nilai rata-rata laju respirasi tanpa didedahkan juga lebih tinggi daripada didedahkan insektisida pada strain VCRU-WHO dan PLZ-SMRD.

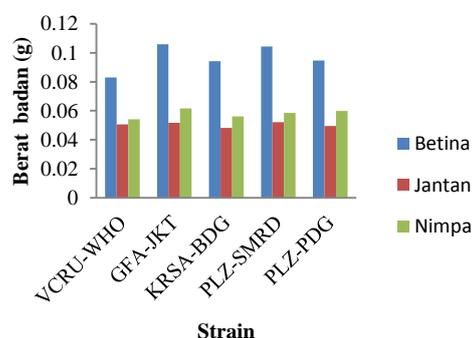
Pemberian insektisida pada kecoak betina menyebabkan nilai rata-rata laju respirasi kecenderungan lebih rendah dibandingkan dengan tanpa didedahkan insektisida. Hal ini terjadi kemungkinan karena konsentrasi insektisida yang diujikan pada kecoak betina masih tergolong tinggi atau karena waktu pendedahan yang lama. Walaupun konsentrasi insektisida dan waktu pendedahan yang diujikan tidak mengalami kematian pada kecoak betina, diduga menyebabkan kecoak betina menjadi lemah sehingga laju respirasinya menurun.

Menurut Subagyo *et al.* (2005) konsentrasi insektisida dan lama pendedahan sangat berpengaruh terhadap kecoak. Penambahan konsentrasi insektisida akan meningkatkan toksisitas terhadap kecoak. Insektisida piretroid merupakan racun kontak, maka waktu pendedahan yang lebih panjang menyebabkan kontak kecoak dengan insektisida juga semakin lama. Kemungkinan laju respirasi kecoak betina menurun karena konsentrasi insektisida dan lama pendedahan yang diujikan diluar batas toleransi kecoak betina tersebut.

Berdasarkan Tabel 5. setelah dilakukan analisa statistika menggunakan uji t independen, maka didapatkan hasil yang berbeda nyata antara tanpa

didedahkan dengan didedahkan insektisida pada strain VCRU-WHO ($\alpha < 0,05$), dimana nilai rata-rata laju respirasi lebih tinggi pada tanpa didedahkan insektisida. Laju respirasi strain resisten menunjukkan hal sebaliknya yaitu terdapat kecenderungan laju respirasi semakin tinggi setelah didedahkan insektisida pada strain GFA-JKT, KRSA-BDG dan PLZ-SMRD.

Pemberian Insektisida pada kecoak jantan menyebabkan nilai rata-rata laju respirasi semakin tinggi jika didedahkan insektisida. Hal ini diduga karena kecoak jantan resisten membutuhkan energi yang lebih besar untuk peningkatan aktivitas enzim detoksifikasi di dalam tubuh. Menurut Hostetler *et al.* (1994) kecoak setelah didedahkan insektisida laju metabolismenya semakin meningkat karena produksi enzim detoksifikasi menjadi tinggi. Aktivitas enzim detoksifikasi yang tinggi akan menekan atau mengurangi toksisitas insektisida dalam tubuh kecoak (Rahayu, 2011).



Gambar 1. Perbedaan rata-rata berat badan kecoak pada betina, jantan dan nimpa dalam strain yang sama tanpa didedahkan insektisida

Berdasarkan Tabel. 6 setelah dilakukan analisa statistika menggunakan uji t independen, maka didapatkan hasil yang berbeda nyata antara tanpa didedahkan dengan didedahkan insektisida pada strain GFA-JKT ($\alpha < 0,05$), dimana nilai rata-rata laju respirasi lebih tinggi jika didedahkan insektisida. Pada beberapa strain walaupun tidak berbeda nyata, rata-rata laju respirasi didedahkan insektisida kecenderungan menjadi lebih tinggi pada strain VCRU-WHO, KRSA-BDG dan PLZ-SMRD.

Tabel 1. Data informasi strain kecoak Jerman yang diujikan

Strain	Lokasi pengkoleksian	RR ₅₀ ♂	RR ₅₀ ♀	Ket
VCRU-WHO	Penang, Malaysia	1	1	Rahayu (2011)
GFA-JKT	Jakarta	315,67*	169,67*	Rahayu (2011)
KRSA-BDG	Bandung	71,17*	46,44*	Rahayu (2011)
PLZ-SMRD	Samarinda	-	-	-
PLZ-PDG	Padang	330,61**	-	Hariani (2013)

Ket: RR₅₀: Rasio resistensi LD₅₀ resisten per LD₅₀ rentan* : RR₅₀ terhadap insektisida permetrin** : RR₅₀ terhadap insektisida deltametrin (komunikasi pribadi)

- : Rasio resistensi belum diketahui

Tabel 2. Laju respirasi kecoak Jerman tanpa didedahkan insektisida piretroid 10% selama tiga menit (ml/g/dt) antara strain rentan dan resisten

Strain	Betina	Jantan	Nimpa
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD
VCRU-WHO	0,038 ± 0,022	0,073 ± 0,007	0,046 ± 0,055
GFA-JKT	0,049 ± 0,068	0,049 ± 0,038	0,053 ± 0,053
KRSA-BDG	0,025 ± 0,031	0,044 ± 0,031	0,009 ± 0,009
PLZ-SMRD	0,033 ± 0,045	0,078 ± 0,070	0,047 ± 0,047
PLZ-PDG	0,013 ± 0,015	0,035 ± 0,038	0,053 ± 0,053

Tabel 3. Laju respirasi kecoak Jerman didedahkan insektisida piretroid 10% selama tiga menit (ml/g/dt) antara strain rentan dan resisten

Strain	Betina	Jantan	Nimpa
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD
VCRU-WHO	0,006 ± 0,008	0,036 ± 0,051	0,075 ± 0,068
GFA-JKT	0,009 ± 0,013	0,056 ± 0,075	0,087 ± 0,018
KRSA-BDG	0,028 ± 0,026	0,065 ± 0,050	0,034 ± 0,029
PLZ-SMRD	0,011 ± 0,016	0,089 ± 0,033	0,050 ± 0,029
PLZ-PDG	0,033 ± 0,032	0,025 ± 0,018	0,024 ± 0,021

Tabel 4. Laju respirasi kecoak betina tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida piretroid 10% selama tiga menit (ml/g/dt)

Strain	Betina	
	Tanpa didedahkan ± SD	Didedahkan ± SD
VCRU-WHO	0,038 ± 0,022	0,006 ± 0,007
GFA-JKT*	0,049 ± 0,065	0,009 ± 0,013
KRSA-BDG	0,025 ± 0,031	0,028 ± 0,026
PLZ-SMRD	0,033 ± 0,044	0,011 ± 0,016
PLZ-PDG	0,013 ± 0,015	0,033 ± 0,032

Keterangan : laju respirasi pada strain yang diikuti tanda * berbeda nyata antara tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida pada uji taraf 5%

Tabel 5. Laju respirasi kecoak jantan tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida piretroid 10% selama tiga menit (ml/g/dt)

Strain	Jantan	
	Tanpa didedahkan ± SD	Didedahkan ± SD
VCRU-WHO*	0,073 ± 0,006	0,036 ± 0,051
GFA-JKT	0,049 ± 0,038	0,056 ± 0,075
KRSA-BDG	0,044 ± 0,031	0,065 ± 0,050
PLZ-SMRD	0,078 ± 0,078	0,089 ± 0,033
PLZ-PDG	0,035 ± 0,038	0,025 ± 0,018

Keterangan : laju respirasi pada strain yang diikuti tanda * berbeda nyata antara tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida pada uji taraf 5%

Tabel 6. Laju respirasi nimpa kecoak tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida piretroid 10% selama tiga menit (ml/g/dt)

Strain	Nimpa	
	Tanpa didedahkan \pm SD	Didedahkan \pm SD
VCRU-WHO	0,046 \pm 0,055	0,075 \pm 0,068
GFA-JKT*	0,053 \pm 0,081	0,087 \pm 0,018
KRSA-BDG	0,009 \pm 0,007	0,034 \pm 0,029
PLZ-SMRD	0,047 \pm 0,070	0,050 \pm 0,030
PLZ-PDG	0,053 \pm 0,044	0,024 \pm 0,024

Keterangan : laju respirasi pada strain yang diikuti tanda * berbeda nyata antara tanpa didedahkan dan didedahkan insektisida pada uji taraf 5%.

Laju respirasi nimpa kecoak yang didedahkan insektisida menjadi lebih tinggi kemungkinan karena insektisida yang masuk ke dalam tubuh melalui penetrasi kutikula, sehingga menyebabkan pengambilan energi dari respirasi menjadi tinggi untuk aktivitas detoksifikasi senyawa racun. Menurut *Dono et al.* (2010) perubahan ketahanan nimpa terhadap insektisida selama perkembangannya disebabkan oleh perubahan kutikula, seperti ketebalan kutikula, kekerasan kutikula dan penurunan kandungan lipid dalam kutikula. Nimpa serangga kemungkinan lebih peka terhadap insektisida setelah ganti kulit dan ketahanannya meningkat dengan bertambahnya umur dan kemudian menurun kembali saat menjelang ganti kulit. Laju penetrasi insektisida pada suatu bagian kutikula tergantung dari struktur dan ketebalan kutikula tersebut.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan laju respirasi yang berbeda nyata antara strain rentan dengan resisten pada kecoak jerman betina, jantan dan nimpa baik tanpa didedahkan maupun yang didedahkan insektisida. Hasil perbandingan laju respirasi antara didedahkan dan tanpa didedahkan insektisida terdapat perbedaan yang nyata pada kecoak jerman betina dan nimpa strain GFA-JKT serta pada kecoak jantan strain VCRU-WHO.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Dra. Netty Marusin, Dr. Efrizal dan Dr. Henny

Herwina yang telah memberikan masukan dan saran dalam penelitian dan penyelesaian artikel ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad, I. 2011. *Adaptasi Serangga dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Manusia*. Pidato Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 21 Oktober 2011.
- Bell, W. J., L. M. Roth dan C. A. Nalepa. 2007. *Cockroaches; Ecology, Behavior and Natural History*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Boivin, T., C. C. d'Hieres, J. C. Bouvier, D. Beslay, Dan B. Sauphanor. 2001. Pleiotropy of Insecticide Resistance in the Codling Moth, *Cydia pomonella*. *Entomologia Experiments et Applicata* 99: 981-386.
- Chown, S. L. and S. W. Nicolson. 2004. *Insect Physiological Ecology*. Oxford University Press. New york.
- Cochran, D. G. 2003. Blattodea (Cockroaches). In: Resh, V. H. dan R. T. Carde. 2003. *Encyclopedia of Insects*. Elseiver Science. California.
- Crow, J. F. 1957. Genetics of Insect Resistance to Chemicals. *Annual Review of Entomology*. 2: 227-246.
- Dono, D., S. Ismayana, Idar, D. Prijono dan I. Muslikha. 2010. Status dan Mekanisme Resistensi Biokimia *Crocidolomia pavonina* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) terhadap Insektisida Organofosfat serta Kepekaannya terhadap Insektisida Botani Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica*. *J. Entomol. Indon.* 7(1): 9-27.
- Harris, P. 1985. *Equipment Notes; Simple Respirometer*. Philip Harris Limited. England.
- Hostelter, M. E., J. F. Anderson dan C. A. Lanciani. 1994. Pesticide Resistance and

- Metabolic Rate in German Cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Florida Entomologist*. 77 (2): 288-290.
- Klowden, M. J. 2007. *Physiological Systems in insects*. Elsevier. USA.
- Ladonni, H. 2000. Permethrin Resistance Ratios Compared by Two Methods of Testing Nymphs of the German Cockroach, *Blattella germanica*. *Medical and Veterinary Entomology*. 14: 213-216.
- Lambiase, S., E. Conforti, M. Fasola, A. Grigolo dan Y. M. Zhang. 2000. Fat Body, Gonad, and Prothoracic Gland Fate in *Blattella germanica* Adults (Blattaria, Blattellidae). *Ital. J. Zool.* 67: 245-254.
- Layton, B. 1914. *Household Pest Control*. Missisipi State University, Extension Service. USA.
- Lee, C. Y. 1997. Insecticide Resistance and Its Underlying Mechanism in the German Cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Bioscience*. 8 (2). 156-172.
- Polver, P. D. P., L. Sacchi, A. Grigolo dan U. Laudani. 1986. Fine Structure of the Fat Body and its Bacterioids in *Blattella germanica* (Blattodea). *Acta Zoologica* 67(2): 747-750.
- Rahayu, R. 2011. *Status dan Mekanisme Resistensi serta Fitness Blattella germanica L. (Dictyoptera: Blattellidae) Asal Bandung, Jakarta dan Surabaya Terhadap Propuksur, Permetrin dan Fipronil*. [Disertasi]. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Subagyo, I., D. T. Boewono dan S. Irawati. 2005. *Efektivitas Produk Insektisida Cair sebagai Kapur terhadap Blattella germanica dan Periplaneta americana di Laboratorium*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.