

**POTENSI ASAP PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA DALAM
PENGENDALIAN HAMA *Rhyzopertha dominica* F. (COLEOPTERA:
BOSTRICHIDAE) PADA GABAH DALAM SIMPANAN**

A. A. Ketut Aryawan, Bambang Tri Rahardjo, dan Ludji Pantja Astuti

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145

ABSTRACT

Utilization of smoke as a fumigant, has long been done to control pests which attack the material in storage. *Rhyzopertha dominica* is a primary pest of rice in storage. Heavy attack of *R. dominica* on the rice storage could cause yield losses about 7% during 6 months. Larvae and imago *R. dominica* attacking growing point and the endosperm of seeds, causing serious losses. A research to study characteristics and effect of smoke burning coconut shell to *R. dominica* and the influence of rice germination/viability. The research method used *Completely Randomized Design* with fumigation time treatment. Fumigation treatment consisted of four levels (0 hour as a control, 1 hour, 2 hours and 3 hours). Each treatment consisted of 4 replications. The results showed that smoke from burning coconut shell can cause mortality to imago of *R. dominica*, causing low population of *R. dominica*, causing egg damage, mortality to larvae of *R. dominica*, fumigation of rice during 1 hour, 2 hours and 3 hours, give no effect on rice germination, but on rice seedling height and fumigation time of paddy is effective and efficient for controlling *R. dominica* is 2 hours.

Keywords: rice, smoke, coconut shell, *Rhyzopertha dominica*

ABSTRAK

Pemanfaatan asap sebagai fumigan, telah sejak lama dilakukan untuk mengendalikan hama yang menyerang bahan pangan di tempat penyimpanan. *Rhyzopertha dominica* merupakan hama primer pada gabah dalam penyimpanan. Serangan berat *R. dominica* pada tempat penyimpanan gabah dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 7% dalam waktu 6 bulan. Larva dan imago *R. dominica* dapat menyerang titik tumbuh dan endosperm benih sehingga menimbulkan kerugian yang serius. Penelitian bertujuan untuk mempelajari sifat dan pengaruh asap pembakaran tempurung kelapa terhadap *R. dominica* serta pengaruh asap pembakaran tempurung kelapa terhadap daya kecambah gabah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama pengasapan. Perlakuan terdiri dari empat macam yaitu pengasapan selama 0 jam (kontrol), 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Masing-masing perlakuan terdiri dari 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan kematian imago *R. dominica*, menyebabkan populasi *R. dominica* rendah, menyebabkan kerusakan telur dan kematian larva *R. dominica*, pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berpengaruh terhadap

daya kecambah gabah, namun berpengaruh terhadap tinggi kecambah padi dan lama pengasapan gabah yang efektif dan efisien untuk pengendalian *R. dominica* adalah 2 jam.

Kata kunci: gabah, asap, tempurung kelapa, *Rhyzopertha dominica*.

PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi lebih dari setengah penduduk Asia. Lebih kurang 1.750 juta jiwa dari tiga miliar penduduk Asia, termasuk 200 juta penduduk Indonesia, menggantungkan kebutuhan kalori dari beras. Sementara di Afrika dan Amerika Latin yang berpenduduk lebih kurang 1,2 miliar, 100 juta diantaranya juga hidup dari beras (Andoko, 2008).

Oleh sebab itu, bagi penduduk di Negara-negara Asia, beras memiliki nilai ekonomi yang tinggi dibandingkan dengan bahan pangan yang lain.

Keberhasilan dalam budidaya tanaman padi didukung oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tersedianya benih padi yang berkualitas. Salah satu ciri benih padi yang berkualitas yaitu memiliki daya tumbuh/viabilitas yang tinggi. Untuk menjaga daya tumbuh benih padi tetap tinggi, usaha penyimpanan benih padi harus mendapat perhatian lebih serius, baik dalam hal pengaturan kadar air benih, sanitasi tempat penyimpanan, maupun infestasi dari hama dan penyakit yang menyerang benih padi.

Rhyzopertha dominica adalah hama utama pada gabah di tempat penyimpanan. Hama *R. dominica* bersifat kosmopolitan, khususnya menjadi hama yang sangat serius di daerah panas, kondisi kering di seluruh daerah tropis dan subtropis, dan situasi yang terlindung di daerah beriklim sedang (Subramanyam dan Hagstrum, 1996; Munro, 1966; Taylor, 2004). Selain itu, *R. dominica* dapat

menyerang berbagai macam komoditi dalam simpanan seperti gandum, jagung, dan millet (Subramanyam dan Hagstrum, 1996).

Serangan berat hama *R. dominica* pada tempat penyimpanan gabah dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 7 % dalam waktu 6 bulan (Kalshoven, 1941 dalam Kalshoven, 1981).

Pembakaran tempurung kelapa secara tidak sempurna, akan menghasilkan asap yang mengandung beberapa macam senyawa yaitu senyawa fenol sebesar 4,13 %, karbonil 11,3 %, senyawa asam 10,2 %, dan senyawa Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (Prananta, 2008 dan Nurhasanah, 2008). Hasil penelitian Wijayaratne *et al.* (2009), menyebutkan bahwa senyawa hidrokarbon, CO₂ dan CO yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi, dapat menyebabkan kematian hama *Sitophilus oryzae* dan *R. dominica*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh dan sifat asap pembakaran tempurung kelapa terhadap *R. dominica* dan pengaruhnya terhadap daya kecambah gabah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian berlangsung sejak bulan

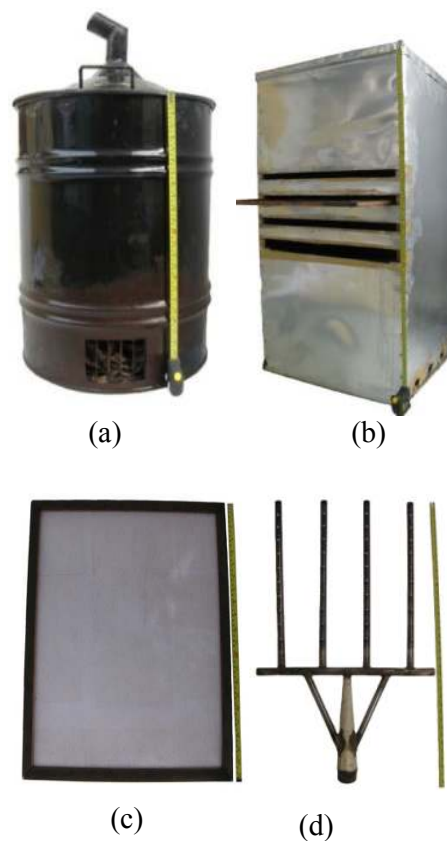
April 2010 sampai dengan bulan Agustus 2010.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu alat pengasapan, tabung kaca ($d=6,5\text{cm}$, $t=9\text{cm}$), tabung plastik transparan ($d=4\text{cm}$, $t=8\text{cm}$), cawan petri ($d=9\text{cm}$), timbangan analitik, mikroskop, kuas, nampan plastik, *Stopwatch*, *Thermohygrometer* dan *Moisture Tester*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu hama *R. dominica* yang digunakan sebagai sumber infestasi diperoleh dari Desa Kebomas, Kecamatan Kebomas, Gresik. 20 kg gabah varietas Ciherang (bahan uji), 5 kg gabah varietas IR 64 (bahan pakan) 0,25 kg tepung beras (bahan pakan), 20 kg tempurung kelapa, 0,25l minyak tanah, kain kasa, kantong kain kasa, kertas label, air, dan kertas tissue.

Persiapan penelitian meliputi dua hal, yakni meliputi 1) rearing *R. dominica* dengan menggunakan gabah varietas IR 64 sebagai pakan (600g) yang dicampur dengan tepung beras (2g), kemudian diinfestasi dengan imago *R. dominica* sebanyak 200 ekor. 2) pembuatan alat pengasapan yang terdiri dari tungku pengasapan, kotak pengasapan, van gabah dan pipa saluran asap (Gambar1). Tungku pengasapan berbentuk tabung ($t=70\text{cm}$, $d=50\text{cm}$), kotak pengasapan terbuat dari seng plat berbentuk kotak persegi panjang ($t=100\text{cm}$, $p=50\text{cm}$, $l=50\text{cm}$), van gabah terbuat dari kawat jaring yang dibingkai kayu ($45\times 45\text{cm}$) dan pipa saluran asap terbuat dari pipa besi ($d=2\text{cm}$, $p=50\text{cm}$), yang diberi lubang-lubang berdiameter 0,5cm.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama pengasapan yaitu 0 jam (kontrol), 1 jam, 2 jam dan



Gambar 1. Alat-alat Pengasapan; a) Tungku; b) Kotak Pengasapan; c) Van Gabah; d) Pipa Saluran Asap.

3 jam, yang diulang 4 kali. Pengasapan gabah terdiri dari dua tahapan, yakni 1) tempurung kelapa kemudian dibakar dan asap pembakaran disalurkan ke dalam kotak pengasapan sehingga memenuhi seluruh ruang dalam kotak pengasapan. 2) gabah bersih ditimbang sebanyak 1 kg dan diletakkan pada van gabah secara merata kemudian diletakkan dalam kotak pengasapan. Lama pengasapan pada gabah yaitu 0 jam (kontrol), 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Setiap 30 menit dilakukan pengadukan gabah agar pengasapan merata. Penelitian terdiri dari dua pengujian yaitu:

1. Uji mortalitas imago *R. dominica*

Gabah yang telah diasapi ditimbang sebanyak 20g dan dimasukkan dalam tabung kaca transparan. Hama *R. dominica* yang digunakan adalah stadium dewasa berumur 1-2 minggu. Masing-masing tabung kaca diinfestasi dengan 25 ekor *R. dominica*. Pengamatan dilakukan sebanyak 7 kali yaitu 1-7 HST.

2. Uji populasi *R. dominica*

Gabah yang telah diasapi, dihitung sebanyak 200 bulir dan dimasukkan ke dalam tabung plastik transparan. Hama *R. dominica* yang digunakan adalah stadium dewasa berumur 1-2 minggu. Masing-masing tabung plastik diinfestasi dengan 10 ekor *R. dominica* (5 jantan dan 5 betina). Pengamatan dilakukan sebanyak 8 kali yaitu 3 HSI, 1-4 MST, 2-4 BSI.

Variabel yang diamati adalah mortalitas imago *R. dominica*, laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica*, *Lethal Time 50* (LT_{50}) pengasapan gabah, populasi total *R. dominica*, intensitas kerusakan gabah dan daya kecambah gabah. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan Analisis Ragam (Anova), bila berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) atau uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Mortalitas Imago *Rhyzopertha dominica*

A. Laju Peningkatan Mortalitas Imago *R. dominica*.

Hasil analisis ragam mortalitas imago *R. dominica* terkoreksi menunjukkan bahwa perlakuan

pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan pada setiap pengamatan, namun dapat menyebabkan mortalitas imago *R. dominica* yang tinggi. Peningkatan mortalitas imago *R. dominica* tersaji pada Gambar 1.

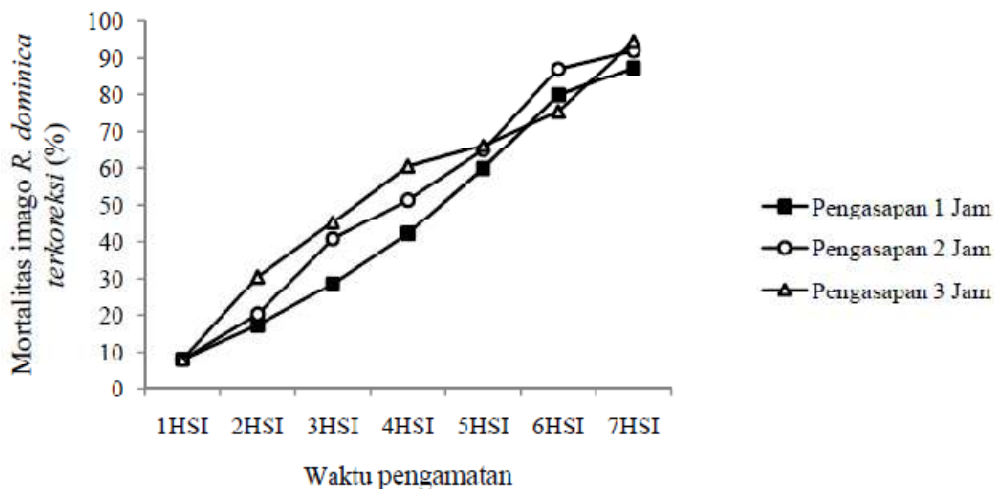
Hasil analisis ragam laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica* terkoreksi menunjukkan bahwa perlakuan pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berbeda nyata antar perlakuan. Rerata laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica* terkoreksi tersaji pada Tabel 1.

B. *Lethal Time 50* (LT_{50}) Lama Pengasapan Terhadap Imago *R. dominica*

Nilai LT_{50} pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, diperoleh dari analisis menggunakan probit menurut Hsi Chi (1997).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengasapan gabah selama 3 jam, dapat menyebabkan kematian 50% imago *R. dominica* dalam waktu 2,75 hari, pengasapan gabah selama 2 jam dapat menyebabkan kematian 50% imago *R. dominica* dalam waktu 2,96 hari dan pengasapan gabah selama 1 jam dapat menyebabkan kematian 50% imago *R. dominica* dalam waktu 3,28 hari (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama perlakuan pengasapan gabah, semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kematian 50% imago *R. dominica*.

Lama pengasapan gabah berpengaruh terhadap lama waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% imago *R. dominica*.



Gambar 2. Peningkatan mortalitas imago *R. dominica* akibat pengasapan gabah pada setiap pengamatan.

Tabel 1. Rerata laju peningkatan mortalitas imago *R. dominica* terkoreksi akibat pengaruh pengasapan gabah

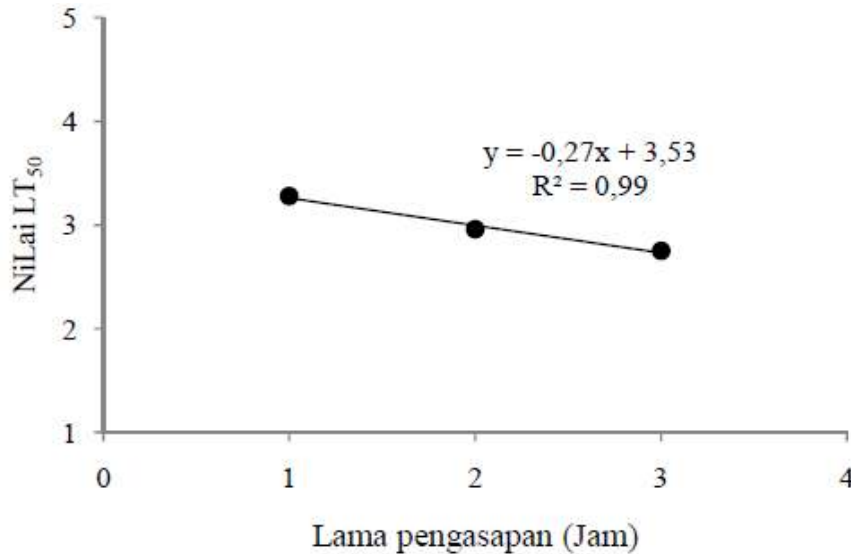
Lama pengasapan	Rerata laju peningkatan mortalitas imago <i>R. dominica</i> (%)
1 Jam	13,20a
2 Jam	13,99a
3 Jam	14,41a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik.

Hubungan antara lama kematian 50% imago *R. dominica*. Hal ini dapat diketahui dari nilai koefisien korelasi (R^2) yaitu 0,99. Hubungan antara lama kematian 50% imago *R. dominica* dengan LT_{50} , tersaji pada Gambar 3. Lama pengasapan gabah berkaitan erat dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan

Tabel 2. Nilai LT_{50} perlakuan pengasapan gabah terhadap imago *R. dominica*

Lama pengasapan	LT_{50} (Hari)	Persamaan regresi
1 Jam	3,28	$y_1 = 3,11 + 3,67x$
2 Jam	2,96	$y_2 = 3,20 + 3,84x$
3 Jam	2,75	$y_3 = 3,46 + 3,51x$



Gambar 3. Hubungan antara lama pengasapan dan nilai LT₅₀ perlakuan pengasapan terhadap imago *R. dominica*.

Kematian imago *R. dominica* disebabkan oleh kandungan senyawa fenol dan karbonil dari asap pembakaran tempurung kelapa, yang melekat pada permukaan bulir gabah. Dykes *et al.* (2005) menyatakan bahwa, senyawa fenol dapat melindungi tanaman dari serangan serangga dan penyakit. Senyawa fenol diketahui dapat mempengaruhi proses pencernaan serangga tergantung dari dosis senyawa fenol tersebut (Banu, *et al.*, 2007). White *et al.* (1990 dalam Sinha, *et al.*, 2000) menyatakan bahwa, karbon dioksida (CO₂) yang terdapat dalam asap dapat digunakan untuk membunuh serangga yang menyerang bahan dalam simpanan. CO₂ dan CO bersifat sebagai racun pernafasan yang dapat menyebabkan kematian pada serangga (Wijayaratne *et al.*, 2009). CO dan CO₂ merupakan senyawa yang termasuk dalam golongan karbonil anorganik (Anonymous, 2010a).

Asap merupakan sumber CO₂ termurah. Desa-desa di India telah sejak lama menggunakan asap dapur untuk

melindungi biji-biji jagung dari serangan serangga hama dari musim ke musim (Sinha *et al.*, 2000). Hill (2002) menyatakan bahwa campuran konsentrasi tar, fenol dan senyawa kimia lainnya yang melapisi produk asapan, memiliki efek penghambatan yang kuat terhadap hama dan mikroorganisme.

Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Populasi *Ryzopertha dominica*

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pengasapan gabah berpengaruh nyata terhadap populasi total *R. dominica*. Pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam dapat menyebabkan populasi total *R. dominica* rendah (Tabel 3). Pengasapan gabah dapat menyebabkan kerusakan telur, kematian larva dan imago *R. dominica*, sehingga menyebabkan populasi total *R. dominica* rendah.

Walker (1988 dalam Hodges *et al.*, 2004) menyatakan bahwa, senyawa fenol yang dihasilkan dari pengasapan gabah selama proses pengeringan

dapat merusak telur dan larva kumbang. Syaefullah (2004) menyatakan bahwa CO₂ mampu membunuh serangga pada setiap fase pertumbuhannya. Pada suhu sekitar 30°C, udara ruang dengan konsentrasi CO₂ lebih dari 35% mampu memusnahkan semua serangga hanya dalam waktu 10 hari. Ryan, *et al.*

(2006 *dalam* Sekhon, *et al.*, 2009) menyatakan bahwa, CO₂ merupakan bahan alternatif yang potensial sebagai pengganti *methyl bromide* karena tidak menghasilkan residu berbahaya, efektif dalam membunuh serangga pada semua stadium dan dapat digunakan untuk penyimpanan produk dalam jangka panjang.

Tabel 3. Rerata populasi total *R. dominica* pada setiap pengamatan

Lama pengasapan	Rerata populasi total <i>R. dominica</i> (ekor)							
	3HSI	1MSI	2MSI	3MSI	4MSI	2BSI	3BSI	4BSI
0 Jam	3,00a	8,25b	5,75c	0,75a	2,25a	13,00b	11,50b	7,75c
1 Jam	2,25a	2,50ab	3,50bc	3,25b	3,25a	3,25a	2,75a	2,50b
2 Jam	1,25a	5,50b	2,00b	0,25a	2,00a	0,00a	0,00a	0,00a
3 Jam	1,75a	0,00a	0,25a	0,00a	2,00a	0,00a	0,00a	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT ($\alpha=0,05$); data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik; HSI=Hari Setelah Infestasi, MSI=Minggu Setelah Infestasi, BSI = Bulan Setelah Infestasi.

Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Intensitas Kerusakan Gabah Akibat Serangan *Rhyzopertha dominica*

Kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica*, baru terlihat pada saat pengamatan 2 BSI, 3 BSI dan 4BSI. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengasapan pada gabah berpengaruh nyata terhadap intensitas kerusakan yang disebabkan oleh *R. dominica* (Tabel 4). Perlakuan pengasapan gabah selama 2 dan 3 jam dapat melindungi gabah dari serangan *R. dominica*.

Intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* dipengaruhi oleh tingkat populasi larva dan imago *R. dominica*. Suparjo (2010) menyatakan bahwa, stadium larva dan imago *R. dominica* aktif merusak bahan dalam simpanan. Larva mengalami 3-5 instar dan perkembangannya membutuhkan waktu selama 17 hari (34°C dan 70%

RH). Larva yang baru menetas akan memakan debu tepung yang dibuat oleh imago, tapi biasanya larva masuk ke dalam bulir dengan cara mengebor, yang akhirnya terbentuk lubang pada bulir (Hill, 2002). Imago *R. dominica* memiliki *mandible* yang kuat dan dapat hidup dalam waktu lama, sehingga dapat merusak bahan simpanan dalam waktu lama pula. Smith dan Frederiksen (2000) menyatakan bahwa, siklus hidup dari *R. dominica* membutuhkan waktu sekitar 2 bulan, dan ada tiga sampai empat generasi dalam satu tahun.

Pengaruh Lama Pengasapan Gabah Terhadap Daya Kecambah Gabah dan Tinggi Kecambah Padi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, perlakuan pengasapan gabah tidak berpengaruh

nyata terhadap daya kecambah gabah. Perlakuan pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam, 3 jam dan kontrol, memiliki persentase daya kecambah gabah yang sama pada 3 HSS dan 5HSS (Tabel 5).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, perlakuan pengasapan gabah berpengaruh nyata terhadap tinggi kecambah padi.

Perlakuan pengasapan gabah dapat meningkatkan tinggi kecambah padi (Tabel 6). Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa tertentu yang terdapat dalam asap, bermanfaat bagi pertumbuhan kecambah padi. Cadwallader (1996) menyatakan bahwa, senyawa karbonil yang terkandung dalam asap pembakaran

tempurung kelapa dapat bereaksi dengan protein dan senyawa nitrogen untuk membentuk warna. Karbonil yang bereaksi dengan nitrogen diduga dimanfaatkan oleh kecambah padi untuk pertumbuhannya. Warisno dan Dahana (2010) menyatakan bahwa, fungsi dari unsur nitrogen bagi tanaman yaitu menyehatkan pertumbuhan daun, menyebabkan daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau. Kekurangan unsur nitrogen menyebabkan klorosis daun yaitu warna daun muda yang seharusnya hijau menjadi kuning. Tabel 4. Rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pada setiap pengamatan

Tabel 4. Rerata intensitas kerusakan gabah akibat serangan *R. dominica* pada setiap pengamatan

Lama pengasapan	Rerata Intensitas Gabah (%)		
	2BSI	3BSI	4BSI
0 Jam (kontrol)	0,50b	1,50b	1,75b
1 Jam	0,00a	0,75ab	0,75ab
2 Jam	0,00a	0,00a	0,00a
3 Jam	0,00a	0,00a	0,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT ($\alpha=0,05$); data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik; HSI=Hari Setelah Infestasi, MSI=Minggu Setelah Infestasi, BSI=Bulan Setelah Infestasi.

Tabel 5. Persentase daya kecambah gabah pada setiap perlakuan

Lama pengasapan	Persentase Daya Kecambah Gabah (%)	
	3HSS	5HSS
0 Jam (kontrol)	99a	100a
1 Jam	99a	100a
2 Jam	99a	100a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata taraf $\alpha=0,05$; HSS = Hari Setelah Semai.

Tabel 6. Rerata tinggi kecambah padi pada setiap perlakuan

Lama pengasapan	Rerata tinggi kecambah padi (cm)
0 jam (kontrol)	11,16a
1 jam	12,70ab
2 jam	13,09b
3 jam	16,34c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha=0,05$; data ditransformasi menggunakan rumus $\sqrt{(X+0,5)}$ untuk keperluan analisis statistik.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan yaitu 1) asap pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan mortalitas imago *R. dominica*, 2) dapat menyebabkan populasi *R. dominica* rendah, 3) menyebabkan kerusakan telur dan kematian larva *R. dominica*, 4) pengasapan gabah selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, tidak berpengaruh terhadap daya kecambah gabah, namun berpengaruh terhadap tinggi kecambah padi dan 5) lama pengasapan gabah yang efektif dan efisien untuk pengendalian *R. dominica* adalah 2 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Andoko, A. 2008. Budidaya Padi Secara Organik. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 hal.
- Anonymous. 2010a. Karbonil. <http://id.wikipedia.org/wiki/Karbonil>. Di unduh tanggal 15 Desember 2010
- Banu, M.R., A.R. Muthiah, S. Ashok. 2007. Host Plant Resistance Mechanism to Podborer (*Helicoverpa armigera*) in Pigeonpea. Asian Journal of Plant Sciences 6 (1): Hal 193-194
- Cadwallader, K.R. 1996. Wood Smoke Flavor. hal 201-210. Dalam
- Nollet, L.M. L (ed.). Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality. Blackwell Publishing. Australia. 719 hal.
- Dykes, L., L.W. Rooney, R.D. Waniska, W.L. Rooney. 2005. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Sorghum Grains of Varying Genotypes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53 (17): Hal. 6813-6818
- Hill, D.S. 2002. Pests of Stored Foodstuffs and Their Control. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 477 hal.
- Hodges, R., P. Golob, G. Farrell. 2004. Crop Post-Harvest: Science and Technology, Durables Case Studies in the Handling and Storage of Durable Commodities. Wiley-Blackwell. Australia. 288 hal.
- Hsin Chi. 1997. Probit Analysis. National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Crops in Indonesia: Revised by P.A. Van Der Laan. P.T. Ichtar Baru. Jakarta. 701 hal.
- Munro, J.W. 1966. Pests of Stored Products. Hutchinson & CO. (Publishers) LTD. London. 234 hal.
- Nurhasanah, E. 2008. Perancangan Alat untuk Membuat Asap Cair

- dari Tempurung Kelapa dan Karakterisasinya (Tesis). Program Studi Kimia Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Prananta, J. 2008. Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami. Teknik Kimia Universitas Malikussaleh Lhokseumawe. Aceh.
- Sekhon R.K., M.W. Schilling, T.W. Phillips, M.J. Aikens, M.M. Hasan, W.B. Mikel. 2009. Chemical Composition of Dry Cured Hams Fumigated with Carbon Dioxide. <http://mbao.org/2009/Proceedings/058SchillingWMBAO%20CO2%209-1-09.pdf>. Di unduh tanggal 19 Februari 2011.
- Sinha, S.N., S.P. Singh, C. Srivastava. 2000. Effect of Smoke On *Rhyzopertha Dominica* and *Callosobruchus Maculatus* Mortality and its Susceptibility to Phosphine dalam Donahaye, E.J., Navarro, S. and Leesch J.G. [Eds.] (2001) Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Fresno, CA. 29 Oct.-3 Nov. 2000. Executive Printing Services, Clovis, CA, U.S.A. Hal 431-437.
- Smith, C.W., R.A. Frederiksen. 2000. Sorghum; Origin, History, Technology, dan Production. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 825 hal.
- Subramanyam, B., D.W. Hagstrum. 1996. Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Inc. New York. 426 hal.
- Suparjo. 2010. Teknik Penyimpanan Pakan: Kerusakan Bahan Pakan Selama Penyimpanan. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi. 11 hal.
- Syaefullah, E. 2004. Modifikasi Atmosfer dengan Konsentrasi CO₂ Terhadap Perkembangan *Sitophilus zeamais* Selama Penyimpanan Jagung. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 7 hal.
- Taylor, S. 2004. Advances in Food and Nutrition Research: Volume 48. Elsevier Academic Press. California. 275 hal.
- Warisno, K. Dahana. 2010. Peluang Usaha dan Budidaya Cabai. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 123 hal.
- Wijayaratne, L.K.W., M.D. Fernando, K.B. Palipane. 2009. Control of Insect Pests under Warehouse Conditions Using Smoke generated from Partial Combustion of Rice (Paddy) Husk. Institute of Post Harvest Technology, Jayanthi Mawatha, Anuradhapura. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka 37 (2): hal.125-134.