

AKTIVITAS INSEKTISIDA NABATI TERHADAP MORTALITAS DAN PENGHAMBATAN KEMUNCULAN IMAGO *Sitophilus oryzae* L.

Activity of Insecticidal Botanical against Mortality and Inhibition Emergence Adult of *Sitophilus oryzae* L.

Hendrival dan Marwan

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Jalan Banda Aceh-Medan, Kampus Utama Reuleuet, Kecamatan Muara Batu,
Kabupaten Aceh Utara. Kodepos 24355

email: hendrival@unimal.ac.id

ABSTRAK

Kajian penelitian laboratorium telah dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dari 18 jenis serbuk tanaman sebanyak 2 g/100 g gabah padi terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*. Jenis insektisida nabati yang efektif terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* adalah serbuk daun jarak dan serbuk kulit jeruk manis. Aktivitas insektisida nabati dari serbuk daun jarak dan serbuk kulit jeruk manis menyebabkan mortalitas sebesar 56,93% dan 55,09% dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* sebesar 77,04% dan 77,16%.

Kata kunci: aktivitas insektisida, serbuk tanaman, *Sitophilus oryzae*, gabah padi

ABSTRACT

Laboratory research studies were conducted for evaluate effectiveness of 18 plant powders much as 2 g/100 g grain rice against mortality and inhibition emergence adult *S. oryzae*. Insecticidal botanical which are effective against mortality and inhibition emergence adult *S. oryzae* is leaf powder *Jatropha curcas* and peel powder *Citrus reticulata*. Activity insecticidal from leaf powder *Jatropha curcas* and peel powder *Citrus reticulata* caused mortality is 56.93% and 55.09% and inhibition emergence of adult *S. oryzae* is 77.04% and 77.16%.

Keyword: insecticidal activity, paddy grains, plant powders, *Sitophilus oryzae*

PENDAHULUAN

Kerusakan bahan pangan berupa biji-bijian oleh serangga hama selama penyimpanan adalah masalah serius, terutama di negara-negara tropis yang mencapai 20–30% (Dubey *et al.*, 2008; lleke & Oni, 2011; Akinneye & Ogungbite, 2013; lleke & Ogungbite, 2014). Serangga hama yang menyerang bahan pangan biji-bijian seperti padi dan beras di Indonesia adalah kumbang bubuk *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) (Anggara & Sudarmaji, 2008). *S. oryzae* merupakan hama utama yang menyerang komoditi pertanian seperti berbagai jenis biji-bijian pangan seperti beras, gandum, dan jagung selama kondisi

penyimpanan (Lucas & Riudavets, 2002; Govindan & Nelson, 2009) dan hama primer yang paling dominan menimbulkan kerusakan beras di penyimpanan (Trematerra *et al.*, 2004). *S. oryzae* menyebabkan kerugian besar pada bahan pangan selama penyimpanan secara kuantitatif maupun kualitatif di seluruh dunia. *S. oryzae* menyebabkan kerusakan biji-bijian yang disimpan pada kisaran suhu 25–30 °C dan kelembapan rendah (Batta, 2004). Imago *S. oryzae* merusak endosperm biji-bijian sehingga mengurangi kandungan karbohidrat, sedangkan larva merusak lapisan kecambah biji-bijian sehingga terjadi penurunan kandungan nutrisi seperti protein dan vitamin (Belloa *et al.*, 2000).

Perkembangan hama selama periode simpan dapat dicegah dengan menggunakan protektan sintetik, namun dampak negatifnya lebih besar seperti menyebabkan pencemaran sisa dari lingkungan, keracunan pada konsumen, residu pada biji-bijian, dan resistensi pada hama pascapanen (Prakash *et al.*, 2008; Govindan & Nelson, 2009). Ketergantungan pada penggunaan protektan sintetik yang tidak bijaksana selama empat dekade terakhir menyebabkan dampak negatif seperti resistensi hama terhadap bahan kimia, resurgensi hama, residu dalam makanan dan tanah, resiko terhadap kesehatan manusia dan hewan, serta pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian serangga hama *S. oryzae* yang relatif aman, murah, dan mudah diperoleh adalah pemanfaatan insektisida nabati. Insektisida nabati tidak menyebabkan resistensi hama, bersifat sinergis, dan penggunaannya dapat dipadukan dengan teknik pengendalian hama lainnya. Penggunaan insektisida nabati dari dapat mengurangi kerusakan biji-bijian akibat serangan *S. oryzae* selama penyimpanan merupakan salah satu cara pengendalian yang berwawasan lingkungan.

Beberapa famili tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber insektisida nabati adalah Meliaceae, Annonaceae, Piperaceae, Asteraceae, Verbenaceae, Zingiberaceae, dan Myrtaceae. Penggunaan insektisida nabati dapat menggantikan penggunaan insektisida sintetik karena mereka memiliki aktivitas sebagai penolakan makan, penghambatan makan, dan penghambatan perkembangan serangga (Prakash *et al.*, 2008). Talukder (2006) menyatakan bahwa terdapat 43 spesies tumbuhan memiliki aktivitas penolakan makan, 21 spesies memiliki aktivitas penghambatan makan, 47 memiliki sifat kematian, dan 34 spesies dapat menghambat perkembangan serta reproduksi terhadap serangga hama pascapanen. Penelitian pengujian terhadap jenis-jenis insektisida nabati dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas insektisida terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*. Penelitian bertujuan untuk

mengevaluasi efektivitas insektisida nabati terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh dari bulan April sampai September 2015. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan yaitu jenis insektisida nabati yang terdiri dari serbuk daun jambu mete (*Anacardium occidentale*), daun pepaya (*Carica papaya*), daun sirih (*Piper betle*), daun sirsak (*Annona muricata*), daun srikaya (*Annona squamosa*), daun jarak (*Jatropha curcas*), batang sereh (*Cymbopogon citratus*), daun kacang babi (*Tephrosia vogelii*), kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*), daun kenikir (*Tagetes erecta*), daun gletang (*Tridax procumbens*), rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*), daun selasih (*Ocimum basilicum*), kulit jeruk manis (*Citrus reticulata*), rimpang kencur (*Kaempferia galanga*), kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), daun tapak dara (*Catharanthus roseus*), daun kembang pukul empat (*Mirabilis jalapa*), daun mengkudu (*Morinda citrifolia*), dan tanpa insektisida nabati. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 57 satuan percobaan. Data hasil pengamatan mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dan perbandingan rata-rata perlakuan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 0,05.

Pembiakan serangga uji. Tujuan pembiakan *S. oryzae* adalah untuk memperoleh keturunan dari koloni serangga dewasa atau imago dari *S. oryzae* dalam jumlah yang banyak dan umur yang seragam. Pembiakan serangga *S. oryzae* dilakukan pada stoples dengan kapasitas 1 kg yang berisikan beras sebanyak 500 g. Imago *S. oryzae* yang diperoleh dari gudang penyimpanan padi diinfestasi ke dalam stoples plastik dengan tingkat populasi 200 ekor imago

S. oryzae. Pembiakan *S. oryzae* dilakukan selama empat minggu sesuai dengan siklus hidup *S. oryzae* dari peletakkan telur hingga keluarnya imago. Setelah masa infestasi selesai, dilakukan pengayakan untuk memisahkan 200 ekor imago *S. oryzae* dari media beras. Media beras tersebut diinkubasikan kembali sampai muncul imago *S. oryzae* generasi pertama (F1). Imago-imago *S. oryzae* tersebut disimpan pada media beras yang baru. Pengayakan dilakukan secara berulang setiap hari hingga didapatkan jumlah imago *S. oryzae* dengan umur yang diketahui. Imago *S. oryzae* yang digunakan untuk penelitian yang berumur 7–15 hari karena telah mencapai kedewasaan kawin dan dapat memproduksi telur secara maksimal.

Pembuatan dan aplikasi insektisida nabati.

Bahan nabati yang digunakan adalah bahan segar diperoleh dari lokasi yang memiliki keadaan geografi yang sama. Pembuatan insektisida nabati dilakukan dengan memotong atau merajang bahan nabati segar dari daun, rimpang, kulit buah, dan batang menjadi ukuran kecil (2–3 cm). Bahan nabati tersebut dikeringanginkan selama 48 jam untuk bahan dari daun, selama 72 jam untuk bahan dari kulit buah, selama 96 jam untuk bahan dari rimpang, dan selama 1 minggu untuk bahan dari kulit manggis, kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender sampai menjadi serbuk. Serbuk dari hasil penghancuran kemudian disaring dengan menggunakan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan serbuk nabati yang lebih halus dan dapat digunakan sebagai bahan insektisida nabati untuk penelitian.

Aplikasi bahan insektisida menggunakan metode pencampuran dengan makanan. Cara ini biasanya terbatas untuk biji-bijian yang digunakan sebagai benih, bukan untuk konsumsi. Pengujian bahan insektisida nabati terhadap *S. oryzae* dilakukan dengan mencampurkan secara merata bahan insektisida nabati ke dalam botol plastik yang berisi makanan serangga uji yaitu bulir padi yang baru dan utuh. Konsentrasi bahan insektisida nabati yang digunakan adalah 2

g/100 g gabah (Govindan & Nelson, 2009). Imago *S. oryzae* yang digunakan dalam penelitian dari hasil pembiakan dengan tingkat kepadatan populasi 10 pasang imago, kemudian dimasukkan ke dalam stoples plastik dengan ukuran 8,5 cm x 8,5 cm x 7 cm dan di simpan selama pelaksanaan penelitian.

Pengamatan. Pengamatan mortalitas imago *S. oryzae* dilakukan dengan menghitung kematian imago *S. oryzae* setelah aplikasi bahan insektisida nabati. Kematian imago *S. oryzae* mulai dicatat setelah 1 sampai 10 hari setelah aplikasi bahan insektisida nabati. Persentase kematian imago *S. oryzae* dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase kematian} = \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

r = jumlah imago *S. oryzae* yang mati

n = jumlah imago *S. oryzae* keseluruhan

Persentase kematian imago *S. oryzae* terkoreksi untuk memperhitungkan kematian imago pada perlakuan tanpa insektisida nabati terhadap perlakuan dengan aplikasi insektisida nabati. Persentase kematian imago *S. oryzae* terkoreksi ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$P_t = \frac{P_0 - P_c}{100 - P_c} \times 100\%$$

Keterangan:

P_t = persentase kematian terkoreksi

P_0 = persentase kematian teramati pada perlakuan insektisida nabati

P_c = persentase kematian pada perlakuan tanpa insektisida nabati

Pengamatan imago *S. oryzae* generasi berikutnya (F2) dilakukan sejak 40 sampai 48 HSA. Imago *S. oryzae* yang muncul dihitung setiap dua hari sekali sejak kemunculan pertama. Imago *S. oryzae* yang muncul dihitung dan dikeluarkan dari wadah penelitian. Pengamatan tingkat penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* setelah aplikasi insektisida nabati dihitung

dengan menggunakan rumus berikut (Tapandjuo *et al.*, 2002).

$$\text{Tingkat penghambatan} = \frac{C_n - T_n}{C_n} \times 100\%$$

Keterangan:

C_n = jumlah imago *S. oryzae* yang muncul pada perlakuan tanpa insektisida nabati

T_n = jumlah imago *S. oryzae* yang muncul pada perlakuan insektisida nabati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Imago *S. oryzae*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis insektisida nabati berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas imago *S. oryzae* (Tabel 1). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mortalitas imago *S. oryzae* sudah terjadi pada 2 HSA pada semua aplikasi serbuk insektisida nabati. Semua jenis insektisida nabati menunjukkan kerja yang cukup cepat terhadap mortalitas imago *S. oryzae*. Mortalitas imago *S. oryzae* pada 2 HSA paling tinggi terjadi aplikasi serbuk daun jarak dan serbuk rimpang lengkuas. Peningkatan mortalitas imago *S. oryzae* masih terjadi sampai akhir pengamatan. Mortalitas imago *S. oryzae* paling tinggi pada akhir pengamatan dijumpai pada aplikasi serbuk daun jarak sebesar 58,33% dan tidak berbeda nyata dengan serbuk kulit jeruk manis sebesar 56,67%. Mortalitas imago *S. oryzae* paling rendah dijumpai aplikasi serbuk daun tapak dara, daun gletang, dan daun kacang babi dengan mortalitas mencapai 15 dan 16,67%.

Mortalitas imago *S. oryzae* pada pengamatan 2 sampai 10 HSA setelah aplikasi serbuk daun jarak yang berkisar antara 11,67–58,33%, sedangkan pada serbuk kulit jeruk manis berkisar antara 8,33–56,67%. Mortalitas imago *S. oryzae* setelah aplikasi serbuk kulit jeruk nipis berkisar antara 8,33–48,33%, namun tidak berbeda nyata dengan serbuk daun kembang pukol empat yang memiliki kisaran antara 3,33–46,67%. Serbuk daun kenikir memiliki kisaran mortalitas antara 3,33–40%, namun tidak memiliki perbedaan mortalitas dengan serbuk rimpang kencur dan

lengkuas dengan kisaran masing-masing yaitu 6,67–41,67% dan 10–45%. Aplikasi serbuk daun sirih menyebabkan mortalitas imago *S. oryzae* dengan kisaran 5–35%, namun tidak berbeda nyata dengan serbuk daun sirsak dan serbuk kulit manggis yang memiliki kisaran masing-masing 6,67–31,67% dan 8,33–31,67%. Serbuk daun pepaya memiliki kisaran mortalitas yang sama dengan serbuk daun jambu mete yaitu 6,67–26,67%, begitu juga pada serbuk batang sereh dengan serbuk daun selasih yaitu 5–28,33%. Serbuk daun mengkudu memiliki kisaran mortalitas antara 6,67–21,67%. Aplikasi serbuk daun tapak dara, daun gletang, dan daun kacang babi memiliki kisaran mortalitas yang rendah dibandingkan serbuk insektisida nabati lainnya. Mortalitas imago *S. oryzae* setelah aplikasi serbuk daun tapak dara hanya mencapai kisaran antara 1,67–15%, sedangkan pada serbuk daun gletang dan daun kacang babi mencapai kisaran 3,33–16,67% dan 5–16,67% (Tabel 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi insektisida nabati memiliki kemampuan yang berbeda untuk menyebabkan kematian imago *S. oryzae*. Kemampuan tersebut berdasarkan sifat insektisidal dari masing-masing insektisida nabati. Serbuk daun jarak dan serbuk kulit jeruk manis memiliki cara kerja yang kuat terhadap imago *S. oryzae* dengan mortalitas kumulatif mencapai >50%. Aplikasi serbuk daun jarak dapat menyebabkan kematian imago *S. oryzae* seperti dilaporkan oleh Nalini *et al.* (2009) dan Khani *et al.* (2011). Serbuk daun jarak juga menunjukkan efek kematian pada *Sitophilus zeamais* (Asmanizar *et al.*, 2012) dan *Callosobruchus maculatus* (Umar, 2008). Suleiman *et al.* (2012) mengemukakan bahwa serbuk daun jarak sangat efektif sebagai pelindung dari biji-bijian sorgum terhadap *S. zeamais*. Aplikasi serbuk kulit jeruk dapat menyebabkan kematian imago *S. oryzae* seperti dilaporkan oleh Chayengia *et al.* (2010). Suleiman *et al.* (2012) mengemukakan bahwa serbuk kulit *C. sinensis* efektif dalam melindungi biji sorgum dari kerusakan yang disebabkan oleh *S. zeamais*.

Tabel 1. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh jenis insektisida nabati terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*

Parameter	F hitung	KK (%)
Mortalitas imago		
2 HSA	2,81**	38,23
3 HSA	6,38**	23,35
4 HSA	8,70**	20,44
5 HSA	12,34**	17,39
6 HSA	8,31**	22,90
7 HSA	13,79**	17,63
8 HSA	23,46**	12,55
9 HSA	33,53**	10,43
10 HSA	37,46**	10,06
Penghambatan kemunculan imago		
40 HSA	2,63**	17,98
42 HSA	2,05*	18,59
44 HSA	2,08*	13,78
46 HSA	2,11**	13,02
48 HSA	2,01*	9,89

Keterangan: Parameter mortalitas imago *S. oryzae* menggunakan F tabel 0,05 = 1,88 dan 0,01 = 2,45, penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* menggunakan F tabel 0,05 = 1,92 dan 0,01 = 2,51, HSA: hari setelah aplikasi, **: berbeda sangat nyata, *: berbeda nyata, dan KK: Koefisien keragaman

Aplikasi serbuk rimpang kencur, rimpang lengkuas, daun kembang pukul empat, dan kulit jeruk nipis memiliki mortalitas imago *S. oryzae* kumulatif yang mencapai 40–50%. Rimpang dari tanaman kencur diketahui memiliki aktivitas insektisida terhadap *Liposcelis bostrychophila* seperti dilaporkan oleh Liu *et al.* (2014). Tanaman lengkuas telah digunakan untuk berbagai tujuan termasuk pengujian aktivitas insektisida terhadap *S. zeamais* dan *T. castaneum* (Suthisut *et al.*, 2011). Hasil penelitian Potenza *et al.* (2006) menunjukkan bahwa ekstrak daun kembang sepatu dapat menyebabkan kematian *S. zeamais* sebesar 32%. Hasil penelitian Rajasekharreddy & Rani (2010) menunjukkan bahwa ekstrak kulit jeruk *Citrus sinensis* dan *Citrus aurantium* memiliki aktivitas insektisida

terhadap tiga imago dari hama pascapanen yaitu *S. oryzae*, *R. dominica*, dan *T. castaneum*.

Serbuk daun mengkudu, daun jambu mete, daun pepaya, batang sereh, daun selasih, daun srikaya, kulit manggis, daun sirih, dan daun kenikir memiliki mortalitas kumulatif yang mencapai 20–40%. Tanaman jambu mete diketahui juga memiliki sifat insektisidal terhadap pascapanen seperti *S. oryzae*, *Oryzaephilus mercator*, *R. dominica*, dan *C. maculatus* (Adedire *et al.*, 2011; Ileke & Olotuah, 2012). Tanaman pepaya diketahui juga memiliki sifat insektisidal terhadap pascapanen seperti *S. oryzae*, *O. mercator*, dan *R. dominica* (Ileke & Ogungbite, 2014). Tumbuhan kenikir dapat menyebabkan kematian pada serangga hama pascapanen seperti *T. castaneum*, *S. oryzae*, *C. maculatus*, dan *C. chinensis* (Shukla & Toke, 2013). Hasil penelitian Saljoqi *et al.* (2006) menunjukkan bahwa ekstrak etanol akar sereh menyebabkan kematian *S. oryzae* sebesar 35,20%. Ileke (2013) mengemukakan bahwa serbuk batang sereh efek kematian pada *Sitotroga cerealella*. Al-Ghamdi & Su-Chee (2013) mengemukakan bahwa serbuk daun selasih memiliki potensi dalam melindungi produk disimpan (beras dan tepung terigu) terhadap *S. oryzae* dan *T. castaneum*. Hasil penelitian Kumar *et al.* (2010) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun srikaya memiliki aktivitas insektisida terhadap hama *S. oryzae* penyimpanan. Kulit manggis dan biji rambutan diekstraksi oleh ekstraksi menggunakan etanol sebagai pelarut dapat menyebabkan kematian *S. oryzae* (Bullangpoti *et al.*, 2004). Aplikasi serbuk daun tapak dara, daun gletang, dan daun kacang babi memiliki cara kerja yang lemah dengan mortalitas kumulatif mencapai <20%. Hasil penelitian Majeed (2011) menunjukkan bahwa tumbuhan tapak dara memiliki aktivitas insektisidal terhadap *S. oryzae*. Aplikasi secara fumigan dan kontak dari ekstrak air mentah daun tapak dara memiliki toksisitas tinggi terhadap *S. oryzae*. Tumbuhan gletang memiliki aktivitas insektisidal terhadap hama pascapanen seperti *Callosobruchus chinensis* (Yankanchi & Lendi, 2009). Hasil penelitian

Mukanga *et al.* (2010) menunjukkan bahwa serbuk daun kacang babi memiliki kemampuan yang rendah terhadap mortalitas imago *Prostephanus truncates* dibandingkan dengan serbuk daun jambu biji dan kayu putih.

Perbedaan tingkat mortalitas imago *S. oryzae* yang terjadi setelah aplikasi berbagai jenis insektisida nabati dipengaruhi oleh perbedaan kandungan senyawa aktif insektisidal dari insektisida nabati yang diuji. Aktivitas insektisida dari *J. curcas* telah dilaporkan oleh Habou *et al.* (2011). Gutierrez Jr *et al.* (2014) melaporkan bahwa skrining fitokimia mengungkapkan adanya alkaloid, flavonoid, dan steroid dalam daun dan kulit ekstrak *J. curcas*. Don-Pedro (1985) mengemukakan bahwa kulit buah beberapa spesies jeruk memiliki sifat insektisida terhadap hama serangga. Efektivitas serbuk kulit *C. sinensis* terhadap imago *S. oryzae* karena serbuk kulit *C. sinensis* berbentuk silika atau komponen seperti silika (Dawit & Bekelle, 2010). Serbuk kulit *C. sinensis* menyebabkan serangga mengalami dehidrasi karena lapisan kutikularnya terlepas atau terluka akibat bergesekan serbuk kulit *C. sinensis*.

Tanaman *Annona muricata* dan *Annona squamosa* mengandung campuran kompleks dari acetogenins terdiri dari 30 senyawa. Dari berbagai acetogenins, squamocin dan annonacin memiliki pengaruh terbesar pada serangga (Álvarez *et al.*, 2008). Kulit manggis mengandung senyawa aktif insektisidal yaitu mangostin. Kulit manggis yang diekstraksi menggunakan etanol menyebabkan kematian *S. oryzae* nilai LC50 pada 24 jam yaitu 4,91% (Bullangpoti *et al.*, 2004). Liu *et al.* (2014) mengidentifikasi senyawa aktif dari rimpang kencur yaitu 1,8-cineole, etil sinamat, etil-methoxycinnamate, dan trans-cinnamaldehyde. Senyawa etil sinamat memiliki toksisitas yang kuat terhadap *Liposcelis bostrychophila*. Senyawa α -terpineol dan eucalyptol yang diidentifikasi dari rimpang kencur memiliki toksisitas kontak yang kuat terhadap *L. serricornis* (Wu *et al.*, 2014). Analisis fitokimia menunjukkan bahwa daun pepaya mengandung saponin, glikosida, dan

alkaloid (Ayoola & Adeyeye, 2010). Senyawa papain dan cysteine dari lateks *C. papaya* memiliki sifat insektisidal terhadap *Spodoptera litura* (Konno *et al.*, 2004). Analisis fitokimia dari daun *A. occidentale* terdapat tanin, oksalat, asam glutamat, asam glukuronat, dan asam stearat. Kandungan asam stearat paling banyak dijumpai pada daun yang memiliki sifat larvasida pada *Anopheles gambiae* (Nnamani *et al.*, 2011). Senyawa utama yang diidentifikasi dari daun, bunga, dan akar *Tagetes erecta* yaitu β -caryophyllene, piperitenone, tetracontane, botryococcane, dan decane yang memiliki sifat insektisidal terhadap *Spodoptera frugiperda* (Ravikumar, 2009).

Kematian imago *S. oryzae* setelah aplikasi insektisida nabati yang diformulasi dalam bentuk serbuk dapat menutup lubang pernafasan pada serangga. Agarwal *et al.* (1988) menyatakan bahwa aplikasi serbuk tumbuh-tumbuhan dapat mengganggu mekanisme pernapasan sehingga serangga akan mati lemas. Serbuk dari tumbuh-tumbuhan yang digunakan sebagai insektisida untuk mengendalikan serangga hama pascapanen dapat menyebabkan kematian dengan menutup lubang pernafasan atau spirakel pada abdomen sehingga menyebabkan serangga mati lemas dan kematian. Kematian imago *S. oryzae* setelah aplikasi insektisida nabati juga berkaitan dengan racun kontak atau pengaruh abrasif berupa gesekan serbuk tumbuh-tumbuhan dengan kutikula hama sehingga melukai kutikula tersebut. Urutan tingkat efikasi dari insektisida nabati yang diuji terhadap imago *S. oryzae* adalah serbuk daun jarak = serbuk kulit jeruk manis > serbuk kulit jeruk nipis = serbuk daun kembang pukul empat = serbuk rimpang lengkuas = serbuk rimpang kencur = serbuk daun kenikir > serbuk daun sirih > serbuk daun srikaya = serbuk kulit manggis > serbuk batang sereh = serbuk daun selasih > serbuk daun jambu mete = serbuk daun papaya > serbuk daun mengkudu > serbuk daun gletang = serbuk daun kacang babi = serbuk daun tapak dara.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi insektisida nabati terhadap mortalitas imago *S. oryzae*

Jenis insektisida nabati	Mortalitas (mortalitas terkoreksi) imago <i>S. oryzae</i>								
	2 HSA	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA	7 HSA	8 HSA	9 HSA	10 HSA
Serbuk daun srikaya	6,67 ab	11,67 bcd	16,67 bcd	20 (18,51) cde	23,33 (21,93) b-f	26,67 (24,21) c-g	28,33 (25,88) fg	30 (27,63) d-g	31,67 (29,39) ef
Serbuk daun jambu mete	6,67 ab	10 bcd	10 ed	15 (13,60) d-g	20 (18,68) c-f	23,33 (20,70) d-h	25 (22,37) fg	26,67 (24,12) gf	26,67 (24,12) gf
Serbuk daun tapak dara	1,67 cd	6,67 d	6,67 e	8,33 (6,84) g	10 (8,51) fg	10 (6,84) i	13,33 (10,35) h	13,33 (10,35) i	15 (12,11) h
Serbuk daun kenikir	3,33 bcd	10 bcd	15 b-e	18,33 (16,84) c-f	23,33 (21,93) b-f	26,67 (23,95) c-g	30 (27,37) ef	36,67 (34,30) cde	40 (37,81) cde
Serbuk daun gletang	3,33 bcd	5 d	6,67 e	8,33 (6,67) g	8,33 (6,67) g	13,33 (10,35) hi	15 (12,02) h	16,67 (13,77) hi	16,67 (13,77) h
Serbuk daun pepaya	6,67 ab	10 bcd	11,67 ed	15 (13,51) d-g	16,67 (15,26) d-f	20 (17,19) e-h	25 (22,37) fg	26,67 (24,12) fg	26,67 (24,12) fg
Serbuk kulit manggis	8,33 ab	11,67 bcd	13,33 cde	18,33 (16,84) c-f	23,33 (21,84) b-f	26,67 (24,04) c-g	28,33 (25,70) fg	30 (27,46) d-g	31,67 (29,12) ef
Serbuk daun jarak	11,67 a	23,33 a	36,67 a	41,67 (40,53) a	46,67 (45,70) a	48,33 (46,40) a	53,33 (51,67) a	53,33 (51,67) a	58,33 (56,93) a
Serbuk daun kacang babi	5 abc	6,67 cd	10 ed	10 (8,51) fg	11,67 (10,18) efg	13,33 (10,35) hi	15 (12,02) h	16,67 (13,68) hi	16,67 (13,68) h
Serbuk batang sereh	5 abc	5 d	11,67 cde	11,67 (10,09) efg	16,67 (15,18) d-g	20 (17,11) e-h	25 (22,37) fg	26,67 (24,12) fg	28,33 (25,79) fg
Serbuk daun selasih	5 abc	6,67 cd	10 ed	13,33 (11,67) efg	15 (13,33) efg	16,67 (13,68) ghi	25 (22,37) fg	28,33 (25,79) efg	28,33 (25,79) fg
Serbuk daun kembang pukul empat	3,33 bcd	13,33 abc	16,67 bcd	25 (23,68) bcd	30 (28,77) a-d	35 (32,63) a-d	40 (37,81) b-e	46,67 (44,82) ab	46,67 (44,82) bc
Serbuk daun sirih	5 abc	10 bcd	15 b-e	20 (18,51) cde	25 (23,68) b-e	28,33 (25,88) c-f	31,67 (29,30) def	35 (32,72) def	35 (32,72) def
Serbuk daun mengkudu	6,67 ab	8,33 cd	10 ed	15 (13,51) d-g	16,67 (15,18) d-g	18,33 (15,44) fgh	20 (17,11) hg	21,67 (18,86) gh	21,67 (18,86) g
Serbuk kulit jeruk nipis	8,33 ab	13,33 abc	20 bcd	26,67 (25,53) bc	31,67 (30,61) a-d	40 (37,98) abc	41,67 (39,65) bcd	48,33 (46,49) a	48,33 (46,49) bc
Serbuk kulit jeruk manis	8,33 ab	18,33 ab	21,67 bc	28,33 (27,02) bc	35 (33,86) abc	43,33 (41,32) ab	48,33 (46,49) ab	51,67 (50) a	56,67 (55,09) ab
Serbuk rimpang lengkuas	10 ab	18,33 ab	25 b	35 (34,04) ab	38,33 (37,37) ab	40 (37,89) abc	45 (43,07) abc	45 (43,07) abc	45 (43,07) c
Serbuk rimpang kencur	6,67 ab	11,67 bcd	16,67 bcd	20 (18,60) cde	25 (23,68) b-e	31,67 (29,12) b-e	35 (32,63) c-f	38,33 (36,05) bcd	41,67 (39,56) cd
Tanpa insektisida nabati	0,00 d	0,00 e	0,00 f	1,67 (0,00) h	1,67 (0,00) h	3,33 (0,00) j	3,33 (0,00) i	3,33 (0,00) j	3,33 (0,00) i

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 0,05

Penghambatan Kemunculan Imago *S. oryzae*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis insektisida nabati berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* (Tabel 1). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkat penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* sudah dijumpai pada 40 HSA semua aplikasi serbuk insektisida nabati. Semua jenis insektisida nabati memiliki kemampuan terhadap penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*. Tingkat penghambatan kemunculan

imago *S. oryzae* paling tinggi dijumpai pada serbuk daun jarak dan serbuk kulit jeruk manis dengan kisaran antara 51,82–77,04% dan 58,31–77,16%. Aplikasi serbuk daun kacang babi dan serbuk daun selasih menyebabkan tingkat penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* dengan kisaran 46,82–75,56% dan 58,99–75,49% dan berbeda nyata dengan dengan serbuk daun mengkudu. Tingkat penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* paling rendah dijumpai pada serbuk daun mengkudu (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh aplikasi insektisida nabati terhadap penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*

Jenis insektisida nabati	Penghambatan kemunculan imago <i>S. oryzae</i>				
	40 HSA	42 HSA	44 HSA	46 HSA	48 HSA
Serbuk daun srikaya	48,20 a-d	59,46 ab	59,69 a-d	65,87 abc	67,85 ab
Serbuk daun jambu mete	43,86 a-e	56,57 abc	63,15 a-d	63,64 abc	67,88 ab
Serbuk daun tapak dara	49,58 a-d	56,75 abc	63,08 a-d	63,19 abc	70,48 a
Serbuk daun kenikir	48,80 a-d	49,12 abc	58,98 a-d	71,59 ab	68,31 ab
Serbuk daun gletang	48,23 a-d	62,95 ab	66,36 abc	69,27 ab	74,59 a
Serbuk daun papaya	56,81 abc	66,41 a	69,90 ab	71,56 ab	72,47 a
Serbuk kulit manggis	59,76 a	62,32 ab	67,32 abc	68,29 ab	69,93 a
Serbuk daun jarak	51,82 a-d	55,29 abc	66,36 abc	77,25 a	77,04 a
Serbuk daun kacang babi	46,82 a-d	48,91 abc	65,82 abc	70,56 ab	75,56 a
Serbuk batang sereh	55,49 abc	58,90 ab	68,80 ab	67,81 ab	67,50 ab
Serbuk daun selasih	58,99 a	49,03 abc	66,93 abc	68,81 ab	75,49 a
Serbuk daun kembang pukol empat	49,54 a-d	54,45 abc	54,71 bcd	57,94 bc	64,21 ab
Serbuk daun sirih	36,66 ed	38,63 c	50,70 cd	56,57 bc	64,42 ab
Serbuk daun mengkudu	40,32 cde	38,75 c	48,99 d	49,91 c	55,15 b
Serbuk kulit jeruk nipis	28,77 e	45,39 bc	53,65 bcd	62,16 abc	64,83 ab
Serbuk kulit jeruk manis	58,31 ab	62,22 ab	75,37 a	76,65 a	77,16 a
Serbuk rimpang lengkuas	49,65 a-d	51,55 ab	58,39 bcd	61,92 abc	69,87 a
Serbuk rimpang kencur	41,74 b-e	44,67 bc	57,93 bcd	75,97 a	75,01 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 0,05

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi semua jenis insektisida nabati memiliki aktivitas penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*. Hasil penelitian Suleiman *et al.* (2012) menunjukkan bahwa serbuk daun *J. curcas* sangat efektif terhadap penghambatan kemunculan imago *S. zeamais* dibandingkan dengan serbuk daun *Euphorbia balsamifera* dan *Lawsonia inermis*. Hasil penelitian Chayengia *et al.* (2010) menunjukan bahwa

serbuk *C. reticulata* efektif dalam menekan populasi imago *S. oryzae*. Serbuk dan minyak dari *A. occidentale* sangat efektif terhadap penghambatan kemunculan imago *S. cerealella* (Ileke, 2013). Adedire *et al.* (2011) dan Ileke & Olotuah (2012) melaporkan tentang efek insektisida dan ovicidal dari ekstrak *A. occidentales* terhadap spesies *Callosobruchus*. Ileke & Ogungbite (2014) mengemukakan bahwa ekstrak tanaman *Azadirachta indica*,

Zanthoxylum zanthoxyloides, *Anacardium occidentale*, dan *Moringa oleifera* tanaman mampu menghambat kemunculan imago *S. oryzae* dan *R. dominica*. Misra (2000) menyatakan bahwa aplikasi serbuk *Citrus lemon*, *Annona squamosa*, *Acorus calamus*, *Capsicum annuum*, *Ocimum sanctum*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, *A. indica*, *Vitex negundo*, dan *Aegle marmelos* mengakibatkan rendah fekunditas pada *Callosobruchus chinensis*. Mukanga *et al.* (2010) mengemukakan bahwa serbuk daun *Tephrosia vogelii* memiliki efek yang kuat terhadap penurunan jumlah kemunculan imago *Prostephanus truncatus*.

Aplikasi insektisida nabati memiliki aktivitas penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*, dengan tingkat penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* >50%. Penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* terjadi karena kematian telur atau larva atau penghambatan penetasan telur yang disebabkan adanya zat-zat beracun dari insektisida nabati yang diberikan pada bahan pangan selama penyimpanan (Mathur *et al.*, 1985). Serbuk-serbuk dari insektisida nabati melindungi gabah padi sehingga mencegah terjadinya kontak antara imago betina *S. oryzae* untuk meletakkan telur pada gabah padi. Beberapa jenis insektisida memiliki efek mortalitas yang rendah terhadap imago *S. oryzae*, namun memiliki efek penghambatan kemunculan imago atau penghambatan peletakkan telur yang tinggi seperti pada serbuk daun jambu mete, daun pepaya, batang sereh, daun selasih, daun srikaya, kulit manggis, daun sirih, dan daun kenikir. Sifat aktivitas dari insektisida nabati yang diuji diketahui mempunyai aktivitas biologi terhadap imago *S. oryzae* seperti penolakan peneluran, penghambatan kemunculan imago, dan kematian. Senyawa-senyawa metabolisme sekunder dari dari insektisida nabati yang diuji dapat mengakibatkan kematian pada imago *S. oryzae* merupakan tonggak dari pengembangan insektisida nabati. Implikasi hasil pengujian dapat mengurangi ketergantungan pada penggunaan protektan sintetik.

SIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi insektisida nabati dapat mengakibatkan kematian dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae*. Jenis insektisida nabati yang efektif terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* adalah serbuk daun jarak dan serbuk kulit jeruk manis. Aktivitas insektisida nabati dari serbuk daun jarak dan serbuk kulit jeruk manis menyebabkan mortalitas sebesar 56,93% dan 55,09% dan penghambatan kemunculan imago *S. oryzae* sebesar 77,04% dan 77,16%. Semua jenis insektisida nabati yang diuji dapat digunakan sebagai protektan gabah padi selama penyimpanan. Sumber insektisida nabati tersebut banyak dijumpai di sekitar petani dan mudah dalam pembuatannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedire, C.O., Obembe, O.O., Akinkurolele, R.O. & Oduleye, O. 2011. Response of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chysomelidae: Bruchinae) to extracts of cashew kernels. *Journal of Plant Diseases & Protection* 118(2): 75–79.
- Agarwal, A., Lal, S., & Gupta, K.C. 1988. Natural products as protectants of pulse against pulse beetles. *Bulletin of Grain Technology* 26(2): 154–164.
- Al-Ghamdi, A.A.M & Su-Chee, W. 2013. Potential of *Ocimum basilicum* L. and *Pandanus tectorius* Parkinson from the ecology of Al-Makhwah, Saudi Arabia in controlling *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Life Science Journal* 10(4): 2996–3000.
- Akinneye, J.O. & Ogungbite, O.C. 2013. Insecticidal activities of some medicinal plants against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46(10): 1206–1213.
- Álvarez, O., Barrachina, I., Ayala, I., Goncalvez, M., Moya, P., Neske, A., & Bardón, A. 2008. Toxic effects of annonaceous

- acetogenins on *Oncopeltus fasciatus*. *Journal of Pest Science* 81: 85–89.
- Anggara, A.W. & Sudarmaji. 2008. Hama pascapanen padi dan pengendaliannya. Di dalam: Darajat, AA., Setyono, A. Makarim, A.K., dan Hasanuddin, A. (Editor). Padi: Inovasi Teknologi Produksi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jakarta. LIPI Press. hlm: 441–472.
- Asmanizar, Djamin, A & Idris, A.B. 2012. Effect of four selected plant powder as rice grain protectant against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Sains Malaysiana* 41(7): 863–869.
- Ayoola, P.B. & Adeyeye, A. 2010. Phytochemical and nutrient evaluation of *Carica papaya* (pawpaw) leaves. *International Journal of Recent Research and Applied Studies* 5(3): 325–328.
- Batta, Y.A. 2004. Control of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) with various formulations of *Metarhizium anisopliae*. *Crop Protection* 23: 103–108.
- Belloa, G.D., Padina, S., Lastrab, C.L., & Fabrizio, M. 2000. Laboratory evaluation of chemical biological control of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in store grain. *Journal of Stored Product Research* 37: 77–84.
- Bullangpoti, V., Visetson, S., Milne, J., & Pornbanlualap, S. 2004. Effects of mangosteen's peels and rambutan's seeds on toxicity, esterase and glutathione-s-transferase in rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 38: 84–89.
- Chayengia, B., Patgiri, P., Rahman, Z., & Sarma, S. 2010. Efficacy of different plant products against *Sitophilus oryzae* (Linn.) (Coleoptera: Curculionidae) infestation on stored rice. *Journal of Biopesticides* 3(3): 604–609.
- Dawit, K. Z. & Bekelle, J. 2010. Evaluation of orange peel *Citrus sinensis* (L.) as a source of repellent, toxicant and protectant against *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Mekelle University Journal of Science* 2(1): 61–75.
- Don-Pedro, K.N. 1985. Toxicity of some citrus peels to *Dermestes maculates* Deg. and *Callosobruchus maculatus* (F.). *J. Stored Product Research* 81: 31–34.
- Dubey, N.K., Srivastava, B., & Kumar, A. 2008. Current status of plant products as botanical pesticides in storage pest management. *Journal of Biopesticides* 1(2): 182–186.
- Govindan, K & Nelson, S.J. 2009. Insecticidal activity of twenty plant powders on mortality, adult emergence of *Sitophilus oryzae* L. and grain weight loss in paddy. *Journal of Biopesticides* 2(2): 169–172.
- Gutierrez Jr, P.M., Antepuesto, A.N., Eugenio, B.A.L., & Santos, M.F.L. 2014. Larvicidal activity of selected plant extracts against the dengue vector *Aedes aegypti* mosquito. *International Research Journal of Biological Sciences* 3(4): 23–32.
- Habou, Z. A., Haougui, H., Mergeai, G., Haubruge, E., Toudou, A. and Verheggen, F. J. (2011). Insecticidal effect of *Jatropha curcas* oil on the Aphid, *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) and on the main insect pests associated with cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Niger. *Tropicicultura*. 29(4): 225–229.
- Ileke, K.D. & Oni, M.O. 2011. Toxicity of some plant powders to maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat grains (*Triticum aestivum*). *African Journal of Agricultural Research* 6: 3043–3048.
- Ileke, K.D & Olotuah, O.F. 2012. Bioactivity of *Anacardium occidentales* and *Allium sativum* powders and oils extracts against cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Fab) [Coleoptera: Chrysomelidae]. *International Journal of Biology* 4(1): 96–103.
- Ileke, K.D. & Ogungbite, O.C. 2014. Entomocidal activity of powders and

- extracts of four medicinal plants against *Sitophilus oryzae* (L), *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) and *Ryzopertha dominica* (Fabr.). *Jordan Journal of Biological Sciences* 7(1): 57–62.
- Ileke, K.D. 2013. Insecticidal activity of four medicinal plant powders and extracts against angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier) [Lepidoptera: Gelechiidae]. *Egyptian Journal of Biology* 15: 21–27.
- Khani, M., Awang, R.M., Omar, D., Rahmani, M., & Rezazadeh, S. 2011. Tropical medicinal plant extracts against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(2): 259–265.
- Konno, K., Hirayama, C., Nakamura, M., Tateishi, K., Tamura, Y., Hattori, M., & Kanno, K. 2004. Papain prospects papaya trees form herbivorous insects: role of cysteine proteases in latex. *Plant Journal* 37: 370–378.
- Kumar, J.A., Rekha, T., Devi, S.S., Kannan, M., Jaswanth, A., & Gopal, V. 2010. Insecticidal activity of ethanolic extract of leaves of *Annona squamosa*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 2(5): 177–180.
- Liu, X.C., Liang, Y., Shi, W.P., Liu, Q.Z., Zhou, L., & Liu, Z.L. 2014. Repellent and insecticidal effects of the essential oil of *Kaempferia galanga* rhizomes to *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelidae). *Journal of Economic Entomology* 107(4): 1706–1712.
- Lucas, E. & J. Riudavets. 2002. Biological and mechanical control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice. *Journal of Stored Products Research* 38: 293–304.
- Majeed, S.A. 2011. Study on fumigant and contact toxicity of *Catharanthus roseus* against *Sitophilus oryzae*. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives* 2(2): 751–755.
- Mathur, Y.K., Shankar, K., & Ram, S. 1985. Evaluation of some grain protectants against *Callosobruchus chinensis* (L.) on black gram. *Bulletin of Grain Technology* 23 (2): 253–259.
- Misra, H. P. 2000. Effectiveness of indigenous plant products against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* on store black gram. *Indian Journal of Entomology* 62 (2): 218–220.
- Mukanga, M., Deedat, Y., & Mwangala, F.S. 2010. Toxic effects of five plant extracts against the larger grain borer, *Prostephanus truncates*. *African Journal of Agricultural Research* 5(24): 3369–3378.
- Nalini, R., Rajavel, D.S. & Geetha, A. 2009. Effects of the medicinal plant leaf extract on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Rice Research* 2(2): 87–92.
- Nnamani, C.V., Osayi, E.E., Atama, C.I., & Nwachukwu, C. 2011. Larvicidal effects of leaf, bark and nutshell of *Anacardium occidentale* on the larvae of *Anopheles gambiae* in Ebonyi State, Nigeria. *Animal Research International* 8(1): 1353–1358.
- Potenza, M.R., Junior, J.J., & Alves, J.N. 2006. Evaluation of contact activities of plant extracts against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Lorini, I. et al. (eds.), Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15 to 18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil. Brazilian Post-harvest Association- ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil. pp. 811–815.
- Prakash, A., Rao, J., & Nandagopal, V. 2008. Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. *Journal of Biopesticides* 1(2): 154–169.
- Rajasekharreddy, P & Rani, P.U. 2010. Toxic properties of certain botanical extracts against three major stored product pests. *Journal of Biopesticides* 3(3): 586–589.
- Ravikumar, P. 2009. Chemical examination and insecticidal properties of *Tagetes erecta*

- and *Tagetes patula*. *Asian Journal of Bio Science* 5(1): 29–31.
- Saljoqi, A.U.R., Afridi, M.K., Khan, S.A., & Sadur-Rehman. 2006. Effects of six plant extracts on rice weevil *Sitophilus oryzae* L. in the stored wheat grains. *Journal of Agricultural and Biological Science* 1(4): 1–5.
- Shukla, A. & Toke, N.R. 2013. Plant products as a potential stored product insect management agents. *Indian Journal of Research* 2(2): 4–6.
- Suleiman, M., Ibrahim, N.D., & Majeed, Q. 2012. Control of *Sitophilus zeamais* (Motsch) [Coleoptera: Curculionidae] on sorghum using some plant powders. *International Journal of Agriculture and Forestry* 2(1): 53–57.
- Suthisut, D., Fields, P.G., & Chandrapatya, A. 2011. Fumigant toxicity of essential oils from three Thai plants (Zingiberaceae) and their major compounds against *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* and two parasitoids. *Journal of Stored Product Research* 47: 222–230.
- Talukder, F.A. 2006. Plant products as potential stored product insect management agents: a mini review. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 18(1): 17–32.
- Tapandjou, I.A., Alder, A., Fontem, H., & Fontem, D.A. 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six stored grain products beetles. *Journal of Stored Products Research* 38: 395–402.
- Trematera, P., Paula, M.C.Z., Sciarretta, A., & Lazzari, S.M.N. 2004. Spatio-temporal analysis of insect pests infesting a paddy rice storage facility. *Neotropical Entomologi* 33(4): 469–479.
- Umar, Y.F. 2008. Comparative potentials of leaf, bark and wood powders of *Jatropha curcas* (L) as protectants of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus* (F). *Savannah Journal of Agriculture* 3: 86–92.
- Yankanchi, S.R. & Lendi, G.S. 2009. Bioefficacy of certain plant leaf powders against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). *Biological Forum—An International Journal* 1(2): 54–57.
- Wu, Y., Wang, Y., Li, Z.H., Wang, C.F., Wei, J.Y., Li, X.L., Wang, P.J., Zhou, Z.P., Du, S.S., Huang, D.Y., & Deng, Z.W. 2014. Composition of the essential oil from *Alpinia galanga* rhizomes and its bioactivity on *Lasioderma serricorne*. *Bulletin of Insectology* 67(2): 247–254.