

REPELLENSI DAN TOKSISITAS EKSTRAK DAUN *Lantana camara* L. TERHADAP HAMA PASCAPANEN

REPELLENCY AND TOXICITY OF EXTRACTS LEAF *Lantana camara* L. TO PESTS STORED GRAIN

Hendrival*, Syahrani Khairani Marpaung, Dwi Asti Purnama, Millenia Dzikra Az Zahra, Baidhawi, Khaidir, dan Usnawiyah

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: hendrival@unimal.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 04 Maret 2023

Direvisi: 28 Maret 2023

Disetujui: 30 April 2023

KEYWORDS:

Lantana camara leaf extract, repellency, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, toxicity

KATA KUNCI:

Ekstrak daun *Lantana camara*, repellensi, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, toksisitas

ABSTRACT

Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) are primary pests in cereal storage. This study tested the activity repellency and toxicity of methanol extract leaf *Lantana camara* against imago *S. oryzae* and *T. castaneum*. Activity repellency was assessed using method choice on filter paper cut into two equal parts. The first part for filter paper applied leaf extract much as 500 µl, while second was without leaf extract. Toxicity activity was determined with method residue on filter paper. The Leaf extract solution dripped on filter paper evenly with volume 1000 µl. The results showed that *L. camara* leaf extract had repellency and toxicity activity against imago *S. oryzae* and *T. castaneum* was related concentration extract. Leaf extracts caused effect repellency and mortality higher on imago *T. castaneum* compared with *S. oryzae*. Leaf extracts caused repellency imago *T. castaneum* range from 60–100%, while on *S. oryzae* reached 53.33–93.33%. Leaf extract caused more than mortality imago *T. castaneum* compared *S. oryzae*.

ABSTRAK

Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dan *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) merupakan hama primer sereal di penyimpanan. Penelitian ini menguji aktivitas repellensi dan toksisitas ekstrak metanol daun *Lantana camara* terhadap imago *S. oryzae* dan *T. castaneum*. Pengujian repellensi menggunakan metode pilihan pada kertas saring yang dipotong menjadi dua bagian yang sama. Potongan kertas saring bagian pertama diaplikasikan ekstrak daun sebanyak 500 µl, sedangkan yang kedua tanpa aplikasi ekstrak daun. Pengujian toksisitas menggunakan metode residu pada kertas saring. Larutan ekstrak daun ditetaskan pada kertas saring secara merata dengan volume 1000 µl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun *L. camara* memiliki aktivitas repellensi dan mortalitas terhadap imago *S. oryzae* dan *T. castaneum* bersifat terpaut konsentrasi ekstrak. Ekstrak daun menyebabkan efek repellensi dan mortalitas lebih tinggi pada imago *T. castaneum* dibandingkan *S. oryzae*. Ekstrak daun *L. camara* menyebabkan repellensi pada imago *T. castaneum* berkisar antara 60–100%, sedangkan pada imago *S. oryzae* mencapai 53,33–93,33%. Ekstrak daun *L. camara* lebih banyak menyebabkan kematian pada imago *T. castaneum* daripada *S. oryzae*.

1. PENDAHULUAN

Penanganan pascapanen sereal dan produk olahannya merupakan tahapan penting setelah komoditas dipanen sampai dikonsumsi atau digunakan untuk tujuan yang lain seperti untuk benih, obat-obatan, dan bahan baku industri pangan. Kegiatan penyimpanan merupakan bagian dari pascapanen yang dilakukan setelah biji dikeringkan sampai menunggu proses pengolahan selanjutnya. Fase pascapanen pada bagian penyimpanan memberikan keuntungan dalam menjaga ketersediaan pangan dari dampak gagal panen dan bencana alam. Masalah utama dalam pengembangan sereal sehingga mudah mengalami kerusakan terjadi selama penyimpanan. Kerusakan sereal mencakup perubahan sifat biokimia dan susut berat. Penyebab kerusakan karena serangan hama pascapanen seperti *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, dan *Tribolium castaneum* (Hendrival et al., 2016; (Hendrival & Muetia, 2016; Hendrival & Mayasari, 2017; Hendrival et al., 2019a; Hendrival et al., 2022a).

Hama pascapanen *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) atau hama kumbang tepung merah dikelompokkan sebagai hama sekunder dan utama pada semua jenis tepung dan produk berbasis tepung (McKay et al., 2019; Negi et al., 2021). Hama ini termasuk kosmopolitan di penyimpanan sereal dan produk olahannya di daerah tropis dan subtropis dan penyebab penurunan kualitas tepung (Campbell et al., 2010; Jung et al., 2020). *T. castaneum* dilaporkan berasosiasi dengan beragam jenis tepung dan produk olahannya seperti tepung beras, jagung, gandum, sorgum, makanan ternak, dan biskuit (Musa & Lawal, 2013; Hendrival et al., 2016, Hendrival & Amanda, 2019; Hendrival et al., 2022c). *T. castaneum* diketahui memiliki fekunditas yang tinggi dan kemampuan beradaptasi dengan baik pada jenis tepung yang berbeda (Gerken & Campbell, 2020). Imago betina *T. castaneum* bertelur hingga 300–500 telur selama masa hidupnya. Siklus hidup hama ini berkisar antara 7–12 minggu, tergantung pada suhu dan kelembaban relatif (Devi & Devi, 2015). Stadia larva dan imago termasuk stadia aktif makan dan menyebabkan kerusakan serius pada berbagai jenis tepung (Mariadoss & Umamaheswari, 2022). Kerusakan kualitas tepung terjadi karena kontaminasi dengan kotoran, potongan tubuh yang telah mati, ekskusi, dan aktivitas metabolisme yang meningkatkan kelembapan tepung, meningkatkan kadar air, dan mendorong pertumbuhan cendawan (Keskin & Ozkaya, 2013). Selain kontaminasi tersebut, tepung juga terpapar benzokuinon yang dikeluarkan imago sebagai mekanisme pertahanan. Kerusakan kualitas menyebabkan tepung berwarna coklat dan tidak layak untuk dikonsumsi (Hell et al., 2000; El-Desouky et al., 2018; Atta et al., 2020).

Hama pascapanen *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) atau hama kumbang bubuk atau kumbang moncong diketahui sebagai hama primer dan hama utama pada sereal yang tersebar di kawasan subtropis dan tropis (Saad et al., 2018; Hong et al., 2018; Hendrival et al., 2019b). Kerusakan pada komoditas sereal yang disebabkan oleh hama ini terjadi pada beras, jagung, sorgum, gandum, dan kacang mete (Mehta & Kumar, 2020; Annisa et al., 2021; Nasution et al., 2022). Imago betina meletakkan telur di dalam sereal pada kedalaman sekitar 90 mikrometer dan menutupinya dengan cairan ekskresi di permukaan sereal (Songer & Yadu, 2022). Larva tergolong *internal feeders* yang memakan bagian dalam dari sereal sehingga menyebabkan kerusakan secara kuantitas dan kualitas seperti penurunan bobot, penurunan kandungan nutrisi dan membuat sereal menjadi rentan terhadap serangan tungau dan cendawan (Zakladnoy, 2018; Gvozdenac et al., 2020; Okpile et al., 2021). Serangan larva dan imago pada beras yang disimpan selama 80 hari menyebabkan persentase beras berlubang mencapai 47,14–74,37% (Hendrival et al., 2019c), susut berat pada gandum dan sorgum mencapai 33,80 dan 21,29% (Hendrival & Rangkuti, 2020; Hendrival et al., 2022b). Kadar air dari sereal juga mempengaruhi kerusakan sereal selama infestasi hama *S. oryzae* (Hendrival et al., 2022a; Susanti et al., 2022).

Aplikasi insektisida sintetik dengan fumigasi secara sembarangan dan berkepanjangan dapat menyebabkan hama *T. castaneum* dan *S. oryzae* menjadi resistensi. Penggunaan fosfin dalam jangka

panjang sebagai fumigan untuk mengendalikan hama di penyimpanan dapat menyebabkan resistensi pada hama (Wakil *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2021). Alternatif pengendalian yang tidak berdampak negatif terhadap kedua hama tersebut yaitu pemanfaatan insektisida dari sumber tumbuhan. Penggunaan insektisida dari bahan tumbuhan sangat dianjurkan karena banyak ditemukan di lingkungan petani (Hendrival *et al.*, 2017a). Jenis tumbuhan yang memiliki potensi sumber insektisida berasal dari beberapa famili seperti Annonaceae, Asteraceae, Meliaceae, Piperaceae, Verbenaceae, dan Zingiberaceae (Hendrival & Marwan, 2016; Hendrival *et al.*, 2017b). Spesies *Lantana camara* L. atau siliara famili Verbenaceae termasuk golongan semak yang banyak tumbuh di kawasan tropis dan subtropis (Ghisalberti, 2000). Tumbuhan ini telah diketahui mempunyai aktivitas insektisida seperti antifeedant, repellensi, penghambatan perkembangan, dan pengaruh kematian yang terjadi pada berbagai jenis hama (Sousa & Costa, 2012; Khaidir & Hendrival, 2013). Bagian daun *L. camara* yang dapat digunakan sebagai insektisida untuk mengendalikan hama pascapanen (Rajashekar *et al.*, 2012). Penelitian pengujian terhadap aktivitas insektisida ekstrak daun *L. camara* perlu dipelajari untuk mengetahui aktivitas repellensi dan toksisitas terhadap imago *T. castaneum* dan *S. oryzae*. Tujuan penelitian yaitu menguji aktivitas repellensi dan toksisitas ekstrak daun *L. camara* pada imago *T. castaneum* dan *S. oryzae*.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian pengujian repellensi dan toksistas insektisida ekstrak daun *L. camara* pada imago *T. castaneum* dan *S. oryzae* telah dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Juni sampai Agustus 2021. Pembiakan kedua serangga dalam stoples pemeliharaan yang mempunyai ukuran tinggi yaitu 12 cm dan diameter yaitu 15 cm. Stoples tersebut dilengkapi dengan lubang aerasi (diameter = 9 cm) yang ditutupi dengan kain organdi. Imago *T. castaneum* dan *S. oryzae* secara terpisah dimasukkan ke dalam stoples pembiakan dengan populasi awal sebanyak 40 imago (20 ♀ + 20 ♂).

Pembiakan *S. oryzae* dilakukan pada 200 g beras merah, sedangkan *T. castaneum* pada 200 g tepung gandum. Wadah-wadah pemeliharaan yang telah berisi imago dan beras merah disimpan dalam ruang pemeliharaan di laboratorium dengan keadaan lingkungan suhu 29–32 °C dan RH 72–75%. Pembiakan dilakukan selama 30 hari dari peletakan telur hingga menjadi imago. Pemisahan 40 pasang imago awal pada media makanan dilakukan setelah waktu pembiakan berakhir. Beras merah dan tepung gandum tersebut diinkubasikan kembali hingga muncul imago baru. Kegiatan pemisahan ini dilakukan setiap hari sampai mendapatkan jumlah imago dengan umur yang seragam.

2.1 Ekstraksi daun *Lantana camara*

Persiapan ekstraksi dimulai dengan memotong daun *L. camara* yang digunakan sebagai insektisida nabati menjadi ukuran yang lebih kecil. Daun-daun tersebut diperoleh dari daerah dengan kondisi geografis yang sama yaitu dijumpai sebagai gulma di perkebunan kelapa sawit milik PT. Langkat Nusantara Kepong, Kecamatan Hinai, Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara. Bahan nabati kemudian dikeringanginkan selama 2 minggu sebelum dihaluskan dengan diblender hingga menjadi serbuk. Serbuk tersebut diayak dengan menggunakan ayakan ukuran lubang 60 mesh untuk mendapatkan serbuk nabati yang lebih halus. Serbuk daun *L. camara* sebanyak 500 g kemudian direndam dalam larutan 1500 ml n-heksan selama 48 jam dan diaduk setiap 24 jam. Cairan hasil rendaman disaring menggunakan corong kaca yang telah dilapisi kain tipis. Filtrat dari hasil saringan diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50–60 °C, 80 rpm dan tekanan 240 milibar sehingga didapatkan ekstrak dalam bentuk pasta yang berwarna hijau gelap. Ekstrak tersebut

disimpan dalam lemari refrigerator hingga digunakan untuk keperluan pengujian repellensi dan toksisitas.

2.2 Pengujian Repellensi

Pengujian repellensi imago dilakukan dengan menggunakan metode dari Talukder & Howse (1993). Kertas saring *Whatman* No. 41 dengan ukuran diameter sebesar 9 cm dipotong menjadi dua bagian yang sama ($r = 4,5$ cm). Potongan kertas saring bagian pertama (P1) diaplikasikan ekstrak daun yang sudah dilarutkan dengan larutan metanol untuk mendapatkan konsentrasi yang berbeda yaitu 0,5% (0,5 g ekstrak/100 ml metanol), 1% (1 g ekstrak/100 ml metanol), 2% (2 g ekstrak/100 ml metanol), 4% (4 g ekstrak/100 ml metanol), dan 8% (8 g ekstrak/100 ml metanol). Setiap konsentrasi ekstrak nabati diambil sebanyak 500 μ l dan diteteskan secara merata pada permukaan kertas saring potongan pertama (P1). Potongan kertas saring bagian kedua (P2) hanya diteteskan larutan metanol sebanyak 500 μ l yang digunakan sebagai kontrol. Potongan kertas tersebut dikeringanginkan selama 5 menit untuk penguapan pelarut methanol, kemudian dimasukkan ke cawan petri yang sama, kemudian cawan petri tersebut diberikan penutup. Setiap taraf perlakuan konsentrasi ekstrak dan kontrol diulang sebanyak tiga kali. Jumlah imago pada setiap taraf konsentrasi dan kontrol sebanyak 30 imago (10 imago per ulangan). Imago-imago tersebut dimasukkan ke cawan petri yang sudah diletakkan dua potongan kertas saring (P1 dan P2). Imago-imago yang berada pada setiap potongan kertas saring (P1 atau P2) dihitung jumlahnya dengan interval setiap satu jam selama 5 jam setelah aplikasi ekstrak dan kontrol. Jika nilai persentase repelensi diperoleh nilai positif (+), maka terjadi aktivitas repelensi imago dan jika diperoleh nilai negatif (-), maka tidak terjadi aktivitas repelensi imago atau bersifat sebagai atraktan. Persentase repellensi dihitung dengan menggunakan rumus yaitu.

$$PR = 2 \times (Nc - 50) \quad (1)$$

Keterangan: PR = persentase repellensi, Nc = Persentase imago pada kertas saring yang tidak diberikan ekstrak daun

2.3 Pengujian Toksisitas

Pengujian toksisitas menggunakan metode residu pada kertas saring. Larutan etanol digunakan sebagai pelarut ekstrak daun untuk mendapatkan konsentrasi yang berbeda yaitu 0,5% (0,5 g ekstrak/100 ml metanol), 1% (1 g ekstrak/100 ml metanol), 2% (2 g ekstrak/100 ml metanol), 4% (4 g ekstrak/100 ml metanol), dan 8% (8 g ekstrak/100 ml metanol) (b/v). Larutan ekstrak nabati tersebut diteteskan pada kertas saring secara merata dengan volume 1000 μ l. Metanol diaplikasikan pada kertas saring tanpa ekstrak nabati yang digunakan sebagai kontrol dengan volume 1000 μ l. Kertas saring tersebut dikeringanginkan sebelum diletakkan di bawah tutup cawan petri. Setiap konsentrasi ekstrak dan kontrol diulang sebanyak tiga kali. Jumlah imago pada setiap taraf konsentrasi dan kontrol sebanyak 30 imago (10 imago per ulangan). Imago-imago tersebut dimasukkan ke cawan petri, kemudian ditutup menggunakan penutup cawan petri yang sudah diberi perlakuan ekstrak nabati dan kontrol. Mortalitas kedua imago dihitung setiap selama 1 sampai 7 hari setelah aplikasi. Mortalitas imago ditentukan dengan rumus di bawah.

$$\text{Mortalitas imago} = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan: n = Jumlah imago mati N = Jumlah imago keseluruhan

Hubungan kematian kedua imago dengan konsentrasi ekstrak ditentukan dalam bentuk probit. Nilai LC50 dihitung setelah mortalitas dari kedua imago mencapai lebih dari 50%. Analisis probit terhadap hubungan kematian imago dengan konsentrasi ekstrak dianalisis dengan menggunakan program POLO PLUS.

2.4 Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Pengujian repellensi dan toksisitas ekstrak daun *L. camara* pada imago *S. oryzae* dan *T. castaneum* terdiri dari konsentrasi 0,5, 1, 2, 4, 8 (b/v) dan kontrol. Wadah penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan konsentrasi ekstrak dan kontrol. Analisis ragam dari data hasil pengamatan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20. Perbandingan antar rata-rata perlakuan menggunakan uji DMRT taraf 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Repellensi Imago

Aktivitas repellensi ekstrak daun *L. camara* terhadap imago *S. oryzae* dan *T. castaneum* mulai terjadi pada 1 jam setelah aplikasi (JSA) dari seluruh konsentrasi ekstrak daun *L. camara*. Persentase aktivitas repellensi tertinggi dijumpai pada konsentrasi 8% yaitu 53,33 dan 60%. Persentase aktivitas repellensi terendah dijumpai di konsentrasi 0,5% yaitu 13,33 dan 20%. Konsentrasi ekstrak yang rendah juga memperlihatkan persentase repellensi yang rendah, namun laju repellensi mengalami peningkatan tajam sampai jam ke-5 setelah aplikasi. Pengaruh repellensi yang paling tinggi dijumpai pada perlakuan konsentrasi 8% sebesar 93,33%, sedangkan aktivitas repellensi maksimum terjadi pada imago *T. castaneum* dengan 5 jam pemaparan ekstrak. Aktivitas repellensi terendah dijumpai pada konsentrasi 0,5% yaitu sebesar 53,33 dan 60% dengan 5 jam pemaparan ekstrak pada kedua (Tabel 1). Aktivitas repellensi dari ekstrak daun *L. camara* pada kedua imago yang teramati dalam penelitian bersifat terpaut konsentrasi. Pemberian ekstrak daun dengan semakin tinggi konsentrasi ekstrak menyebabkan semakin tinggi persentase repellensi imago. Persentase repellensi terus meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi yang diberikan. Aktivitas repellensi lebih kuat terjadi pada imago *T. castaneum* dibandingkan *S. oryzae*.

Ekstrak daun *L. camara* memiliki sifat insektisidal dengan aktivitas repellensi pada kedua imago. Efek repellensi diperlihatkan oleh sejumlah imago yang menghindar atau tidak melakukan

Tabel 1. Pengaruh aplikasi ekstrak daun *L. camara* terhadap aktivitas repellensi terhadap hama pascapanen

Hama pascapanen	Konsentrasi (%) (b/v)	Aktivitas repellensi (%)				
		1 JSA	2 JSA	3 JSA	4 JSA	5 JSA
<i>S. oryzae</i>	0,5	20 b	26,67 b	26,67 c	46,67 b	53,33 b
	1	26,67 b	33,33 b	40 bc	53,33 b	60 b
	2	33,33 ab	40 ab	53,33 ab	73,33 a	80 a
	4	46,67 a	53,33 a	60 a	80 a	86,67 a
	8	53,33 a	60 a	73,33 a	93,33 a	93,33 a
<i>T. castaneum</i>	0,5	13,33 c	20 d	33,33 c	40 d	60 c
	1	26,67 bc	33,33 cd	46,67 bc	53,33 cd	66,67 c
	2	40 ab	46,67 bc	60 ab	66,67 bc	73,33 bc
	4	53,33 a	60 ab	66,67 ab	80 ab	86,67 ab
	8	60 a	66,67 a	73,33 a	86,67 a	100 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada diagram yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 0,05. JSA: Jam Setelah Aplikasi

kontak pada kertas saring yang diberikan ekstrak daun *L. camara* karena pengaruh dari senyawa metabolit sekunder yang bertindak sebagai repellensi atau penolak. Hasil penelitian Parugrug & Roxas (2008) juga menunjukkan bahwa *L. camara* mempunyai tingkat repellensi yang tinggi terhadap hama gudang *S. zeamais*. Ogendo *et al.* (2003) mengemukakan bahwa bagian daun dari *L. camara* memiliki sifat repellensi yang tinggi terhadap imago *S. zeamais*. Ding & Hu (2010) melaporkan bahwa daun *L. camara* memiliki aktivitas repellensi terhadap rayap *Rhinotermitidae*. Nerio *et al.* (2010) menyatakan bahwa senyawa-senyawa metabolit tanaman memiliki peranan penting terhadap aktivitas repellensi serangga hama. Yuan & Hu (2012) melaporkan bahwa ekstrak daun *L. camara* dapat menyebabkan aktivitas repellensi terhadap rayap *Reticulitermes flavipes* yang bersifat terpaut konsentrasi ekstrak.

Aktivitas repellensi imago terjadi karena senyawa-senyawa metabolit memiliki peranan penting terhadap aktivitas repellensi serangga hama. Menurut Zandi-Sohani *et al.* (2012) pada daun *L. camara* terdapat kandungan sesquiterpen yang memiliki aktivitas repellensi terhadap hama *Callosobruchus maculatus*. Hasil dari penapisan fitokimia dari ekstrak n-heksan *L. camara* menunjukkan adanya senyawa steroid dan terpenoid (Hendrival & Khaidir, 2012). Mangela *et al.* (2016) menyatakan bahwa ekstrak *L. camara* melalui uji pelarut menggunakan n-heksana mengandung senyawa terpenoid dan alkaloid. Terpenoid dapat menjadi senyawa yang memiliki aktivitas repellensi pada serangga dikarenakan memiliki bau menyengat yang tidak disukai oleh serangga (Pratiwi *et al.*, 2015). Bau yang dihasilkan oleh senyawa terpenoid ini akan mengakibatkan aktivitas repellensi dikarenakan merangsang sistem saraf pada imago sehingga imago menjauhi ekstrak. Efektivitas repellensi dari *L. camara* juga terlihat pada penelitian Astriani & Dinarto (2016) menyatakan bahwa pestisida nabati dari daun *L. camara* menunjukkan tidak adanya populasi hama setelah terkena perlakuan. Aktivitas repellensi yang tinggi dari ekstrak daun *L. camara* pada imago *T. castaneum* dan *S. oryzae*.

3.2 Toksisitas Ekstrak Daun *L. camara*

Ekstrak daun *L. camara* diketahui memiliki daya racun sehingga dapat mengakibatkan mortalitas imago *T. castaneum* dan *S. oryzae* dari hari ke-1 dan terus meningkat tajam sampai hari ke-7 setelah aplikasi. Mortalitas kedua imago masih rendah pada 1 HSA hanya mencapai sekitar 10% pada konsentrasi 8%. Mortalitas kedua imago mengalami peningkatan terjadi di 2 HSA pada konsentrasi 1–8%, sedangkan pada konsentrasi 0,5% kematian terjadi pada 4 HSA. Tingkat kematian imago pada

Tabel 2. Pengaruh aplikasi ekstrak daun *L. camara* terhadap mortalitas hama pascapanen

Hama pascapanen	Konsentrasi (%) (b/v)	Mortalitas imago (%)					
		2 HSA	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA	7 HSA
<i>S. oryzae</i>	0	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 e	0,00 d	0,00 e
	0,5	0,00 b	0,00 c	3,33 d	13,33 d	23,33 c	33,33 d
	1	0,00 b	3,33 c	13,33 c	23,33 c	36,67 b	60 c
	2	3,33 b	13,33 b	23,33 bc	33,33 b	43,33 b	63,33 bc
	4	13,33 a	23,33 ab	30 ab	43,33 ab	56,67 a	70 b
	8	20 a	30 a	40 a	53,33 a	63,33 a	83,33 a
<i>T. castaneum</i>	0	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 d	0,00 e	0,00 e
	0,5	0,00 b	0,00 b	0,00 b	10 c	13,33 d	16,67 d
	1	3,33 ab	3,33 b	6,67 b	13,33 c	23,33 c	33,33 c
	2	6,67 ab	10 a	16,67 a	30 b	43,33 b	56,67 b
	4	10 ab	13,33 a	23,33 a	36,67 b	53,33 b	66,67 b
	8	13,33 a	20 a	33,33 a	50 a	66,67 a	86,67 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 0,05. HSA: Hari Setelah Aplikasi.

1–4 HSA dari konsentrasi 0,5–8% tidak melampaui 50%. Mortalitas imago di 5 HSA dari semua konsentrasi mengalami peningkatan dan telah mencapai lebih dari 50%. Mortalitas maksimum kedua imago mencapai 83,33–86,67% dari semua konsentrasi terjadi di 7 HSA (Tabel 2). Hasil pengujian memperlihatkan bahwa mortalitas kedua imago bersifat terpaut konsentrasi ekstrak daun *L. camara*. Mortalitas imago tergolong tinggi terjadi karena peningkatan konsentrasi ekstrak. Hasil penelitian Ogendo *et al.* (2003) melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun *L. camara* yang diberikan menyebabkan semakin meningkatnya kematian imago *S. oryzae*. Hasil penelitian Hendrival & Khaidir (2012) juga menunjukkan bahwa peningkatan mortalitas larva *Plutella xylostella* bersifat terpaut konsentrasi ekstrak daun *L. camara*. Rajashekar *et al.* (2014) melaporkan bahwa kematian pada imago *S. oryzae*, *Callosobruchus chinensis*, dan *Tribolium castaneum* mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak daun *L. camara* yang diberikan. Hasil penelitian memperlihatkan ekstrak daun *L. camara* tergolong efektif mengendalikan hama *T. castaneum* dan *S. oryzae* dengan mortalitas mencapai lebih dari 80%.

Penilaian hubungan antara konsentrasi ekstrak daun dengan mortalitas imago *T. castaneum* dan *S. oryzae* berdasarkan data dari pengamatan 5–7 HSA karena mortalitas kedua imago sudah melampaui 50% (Tabel 2). Hasil penghitungan analisis probit memperlihatkan bahwa nilai LC50 ekstrak daun *L. camara* dari 5 sampai 7 HSA pada kedua imago mengalami penurunan tajam karena terjadinya peningkatan jumlah imago yang mati. Mortalitas imago mengalami peningkatan yang terpaut dengan lamanya pemaparan dan konsentrasi ekstrak. Lamanya waktu pemaparan ekstrak dengan imago memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap peningkatan mortalitas imago yang terlihat dari penurunan nilai LC50 yang sangat tajam dari 5 ke 7 HSA (Tabel 3). Nilai LC50 mengalami penurunan terjadi karena meningkatnya jumlah imago yang mati (Hendrival *et al.*, 2017a; Hendrival *et al.*, 2017b). Nilai LC50 ekstrak daun *L. camara* lebih rendah pada imago *S. oryzae* dibandingkan dengan imago *T. castaneum*. Ekstrak daun *L. camara* memiliki tingkat toksisitas yang tinggi pada imago *S. oryzae* daripada imago *T. castaneum*.

Perbedaan mortalitas pada imago *T. castaneum* dan *S. oryzae* dari berbagai konsentrasi ekstrak daun *L. camara* terjadi karena perbedaan kandungan senyawa aktif insektisidal dari konsentrasi yang digunakan. Pemberian ekstrak daun dengan konsentrasi semakin tinggi menghasilkan senyawa aktif insektisidal yang banyak, sehingga terjadi peningkatan jumlah imago yang mati. Tumbuhan *L. camara* diketahui memiliki aktivitas insektisidal yang menyebabkan mortalitas pada hama pascapanen seperti *S. oryzae*, *S. zeamais*, *T. castaneum*, *Callosobruchus chinensis*, *Rhyzopertha dominica*, *Trogoderma granarium*, dan *Oryzaephilus surinamensis* (Kachhwaha *et al.*, 2015; Asiry & Zaitoun, 2020; Ayalew, 2020). Rajashekar *et al.* (2012) menyatakan bahwa ekstrak daun *L. camara* mempunyai aktivitas fumigan yang kuat pada imago *S. oryzae*, *T. castaneum*, dan *C. chinensis*. Ekstrak

Tabel 3. Pendugaan parameter hubungan konsentrasi ekstrak daun *L. camara* dengan mortalitas hama pascapanen

Hama pascapanen	Waktu penilaian (HSA)	Intersep garis probit ($a \pm g.b$)	Kemiringan regresi probit ($b \pm g.b$)	LC50 (SK 95%) (%)
<i>S. oryzae</i>	5	$4,241 \pm 0,145$	$0,967 \pm 0,265$	6,095 (3,489–23,523)
	6	$4,320 \pm 0,144$	$1,282 \pm 0,268$	3,385 (2,304–5,8812)
	7	$4,565 \pm 0,138$	$1,650 \pm 0,281$	1,833 (1,315–2,5137)
<i>T. castaneum</i>	5	$4,020 \pm 0,158$	$1,101 \pm 0,280$	7,743 (4,461–28,572)
	6	$4,634 \pm 0,195$	$0,792 \pm 0,347$	2,828 (0,778–10,276)
	7	$5,180 \pm 0,195$	$0,746 \pm 0,366$	0,938 (0,367–1,5284)

Keterangan: HSA: hari setelah aplikasi, a: kemiringan garis probit, b: kemiringan regresi, gb: galat baku, SK: selang kepercayaan pada taraf 95%.

daun *L. camara* juga memiliki kandungan senyawa lantaden A dan lantaden B. Kedua senyawa tersebut masuk dalam golongan terpenoid (Kong *et al.*, 2006). Senyawa lantaden A dan lantaden B diketahui dapat mengendalikan serangga hama (Ghisalberti, 2000). Lantaden A dianggap sebagai unsur utama bioaktif (Sharma *et al.*, 2000). Steroid yang dimiliki oleh *L. camara* memiliki daya racun yang menyebabkan serangga menjadi lemah, kemudian akan mati (Puspitalita *et al.*, 2018). Aksi fumigan dari ekstrak daun *L. camara* mempengaruhi sistem pernafasan dan saraf pada kedua imago. Imago menjadi hiperaktif dan menunjukkan eksitasi saraf yang berakhir kepada kematian. Kematian imago terjadi karena gangguan pada aktivitas enzim asetilkolinesterase dan Na⁺, K⁺ dan ATP (Rajashekar *et al.*, 2014). Ekstrak daun *L. camara* dengan memiliki aktivitas repellensi dan mortalitas terhadap imago *T. castaneum* dan *S. oryzae*. Semua aktivitas insektisida dari ekstrak daun *L. camara* bersifat terpaut konsentrasi. Penggunaan ekstrak daun *L. camara* sebagai insektisida dapat dimanfaatkan karena memiliki aktivitas repellensi imago sehingga berfungsi untuk mencegah kehadiran hama *T. castaneum* dan *S. oryzae* pada beberapa komoditas pascapanen di penyimpanan. Kandungan kimia yang dari daun *L. camara* tidak bersifat toksik apabila senyawa volatil pada ekstrak terkena bahan simpanan sehingga dapat dikonsumsi.

4. KESIMPULAN

Ekstrak daun *L. camara* memiliki aktivitas repellensi dan toksisitas terhadap imago *T. castaneum* dan *S. oryzae* yang bersifat terpaut konsentrasi ekstrak. Aktivitas repellensi dan mortalitas imago pada konsentrasi 0,5–8% mencapai lebih dari 80%. Ekstrak daun *L. camara* menyebabkan efek repellensi dan mortalitas lebih tinggi pada imago *T. castaneum* dibandingkan *S. oryzae*. Konsentrasi 4–8% tergolong efektif terhadap repellensi dan mortalitas kedua imago.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, M., Hendrival, & Khaidir. 2021. Evaluasi ketahanan beras lokal provinsi Sumatera Barat terhadap hama *Sitophilus oryzae* (L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 9(3): 543–552.
- Asiry, K.A. & A.A. Zaitoun. 2020. Evaluation of the toxicity of three plant extracts against the khapra beetle *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) under laboratory conditions. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 79(1): 5–12.
- Astriani, D. & W. Dinarto. 2010. Uji toksisitas beberapa gulma sebagai pestisida nabati hama bubuk pada penyimpanan benih jagung. *Jurnal Agrisains*. 1(2): 54–64.
- Astuti, L.P., A. Rizali, R. Firnanda, & T. Widjayanti. 2020. Physical and chemical properties of flour products affect the development of *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research*. 86: 101555.
- Atta, B., M. Rizwan, A.M. Sabir, M.D. Gogi, & K. Ali. 2020. Damage potential of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) on wheat grains stored in hermetic and non-hermetic storage bags. *International Journal of Tropical Insect Science*. 40. 27–37.
- Ayalew, A.A. 2020. Insecticidal activity of *Lantana camara* extract oil on controlling maize grain weevils. *Toxicology Research and Application*. 4: 1–10.
- Campbell, J.F., M.D. Toews, F.H. Arthur, & R.T. Arbogast. 2010. Long-term monitoring of *Tribolium castaneum* in two flour mills: Seasonal patterns and impact of fumigation. *Journal of Economic Entomology*. 103: 991–1001.
- Devi, M.B. & N.V. Devi. 2015. Biology of rust-red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biological Forum—An International Journal*. 7(1): 12–15.
- Ding, W. & P.X. Hu. 2010. Antitermitic effect of the *Lantana camara* plant on Subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Insect Science*. 17: 427–433.

- El-Desouky, T.A., S.S. Elbadawy, H.B.H. Hussain, & N.A. Hassan. 2018. Impact of insect densities *Tribolium castaneum* on the benzoquinone secretions and aflatoxins levels in wheat flour during storage periods. *The Open Biotechnology Journal*. 12: 104–111.
- Gerken, A.R. & J.F. Campbell. 2020. Oviposition and development of *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) on different types of flour. *Agronomy*. 10(10): 1593.
- Ghisalberti, E.L. 2000. *Lantana camara* (Verbenaceae). *Fitoterapia*. 71: 462–487.
- Gvozdenac, S., S. Tanasković, F. Vukajlović, D. Prvulović, J. Ovuka, V. Višacki, V., & A. Sedlar. 2020. Host and ovipositional preference of rice weevil (*Sitophilus oryzae*) depending on feeding experience. *Applied Ecology and Environmental Research*. 18(5): 6663–6673.
- Hell, K., K.F. Cardwell, M. Setamou, & H. Poehling. 2000. The influence of storage practices on aflatoxin contamination in maize in four agroecological zones of Benin, West Africa. *Journal of Stored Products Research*. 36(4): 365–382.
- Hendrival & Khaidir. 2012. Toksisitas ekstrak daun *Lantana camara* L. terhadap hama *Plutella xylostella* L. *Jurnal Floratek*. 7(1): 45–56.
- Hendrival & R. Muetia. 2016. Pengaruh periode penyimpanan beras terhadap pertumbuhan populasi *Sitophilus oryzae* (L.) dan kerusakan beras. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*. 4(2): 95–101.
- Hendrival, Latifah, D. Saputra, & Orina. 2016. Kerentanan jenis tepung terhadap infestasi kumbang tepung merah (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Jurnal Agrikultura*. 27(3): 148–153.
- Hendrival & Marwan. 2016. Aktivitas insektisida nabati terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *Sitophilus oryzae* L. *Jurnal Agrista*. 20 (2): 66–77.
- Hendrival & L. Melinda. 2017. Pengaruh kepadatan populasi *Sitophilus oryzae* (L.) terhadap pertumbuhan populasi dan kerusakan beras. *Biospecies*. 10(1): 17–24.
- Hendrival & E. Mayasari. 2017 Kerentanan dan kerusakan beras terhadap serangan hama pascapanen *Sitophilus zeamais* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Agro*. 4(2): 68–79.
- Hendrival, M.S. Ninggih, Maryati, C.N. Putri, & Nasrianti. 2017. Sinergisme serbuk daun *Ageratum conyzoides*, rimpang *Curcuma longa*, dan *Zingiber officinale* terhadap *Sitophilus oryzae* L. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 10 (2): 101–109.
- Hendrival, M.S. Ningsih, Chodiron, & A. Wismawati. 2017. Toksisitas insektisida nabati dari Famili Asteraceae, Anacardiaceae, dan Euphorbiaceae terhadap *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Biosains*. 3(1): 1–8.
- Hendrival & R. Amanda. 2019. Kerentanan relatif tepung sorgum terhadap kumbang tepung merah (*Tribolium castaneum* Herbst). *AGRIN: Jurnal Penelitian Pertanian*. 23(2): 122–131.
- Hendrival, Khaidir, & Nurhasanah. 2019. Pertumbuhan populasi *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) dan karakteristik kehilangan bobot pada beras. *Jurnal Agrista*. 23(2): 64–75.
- Hendrival, D. Afriani, & D.S. Aryani. 2019. Susceptibility and damage cereals to infestation *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) in storage. *Jurnal Agro*. 6(1): 57–65.
- Hendrival, R.L. Putra, & D.S. Aryani. 2019. Susceptibility of sorghum cultivars to *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) during storage. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*. 7(2): 110–116.
- Hendrival & R.R. Rangkuti. 2020. Interaksi antar spesies hama pascapanen pada gandum. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 4(2): 136–145.
- Hendrival, R. Khairunnisa, & M.M. Munauwar. 2022. Variasi kerentanan dan kerusakan sereal setelah infestasi hama kumbang bubuk (*Sitophilus oryzae* L.) berdasarkan kadar air. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 6(1): 73–84.
- Hendrival, S. Sitompul, & Z. Wirda. 2022. Interaksi antara *Sitophilus oryzae* (L.) dan *Rhyzopertha dominica* (F.) terhadap pertumbuhan populasi dan kerusakan sorgum. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*. 18(2): 134–141.

- Hendrival, A. Maulida, Julianti, & Khaidir. 2022. Klasifikasi kerentanan tepung beras dan jagung terhadap hama kumbang tepung merah (*Tribolium castaneum* Herbst). *Jurnal Agrotek Indonesia*. 7(1): 19–25.
- Hong, K.J., W. Lee, Y.J. Park, & J.O. Yang. 2018. First confirmation of the distribution of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 11(1): 69–75.
- Jung, J.M., D.H. Byeon, S.H. Kim, & W.H. Lee. 2020. Estimating economic damage to cocoa bean production with changes in the spatial distribution of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) in response to climate change. *Journal of Stored Products Research*. 89: 101681.
- Kachhwaha, N., G.D. Meena, & S. Meena. 2015. Plant extracts controls *Oryzaephilus surinamensis* by showing repellency behavior. *European Journal of Experimental Biology*. 5(5): 98–101.
- Khaidir & Hendrival. 2013. Pengujian penghambatan aktivitas makan dari ekstrak daun *Lantana camara* L. (Verbenaceae) terhadap larva *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Jurnal Floratek*. 8(1): 35–44.
- Keskin, S & H. Ozkaya. 2013. Effect of storage and insect infestation on the mineral and vitamin contents of wheat grain and flour. *Journal of Economic Entomology*. 106(2): 1058–1063.
- Kong, C.H., P. Wang, C.X. Zhang, M.X. Zhang, & F. Hu. 2006. Herbicidal potential of allelochemicals from *Lantana camara* against *Eichhornia crassipes* and the alga *Microcystis aeruginosa*. *Journal of European Weed Research Society*. 46: 290–295.
- Kumar, S.S., T.S. Rajan, & S. Mohankumar. 2022. Resistance to phosphine in rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) from South India. *Indian Journal of Entomology Online*. 84(2): 340–344.
- Mangela, O., A. Ridhay, & Musafira. 2016. Kajian aktivitas antioksidan ekstrak daun tembelekan (*Lantana camara*) berdasarkan tingkat kepolaran pelarut. *Kovalen*. 2(3): 16–23.
- McKay, T., M.P. Bowombe-Toko, L.A. Starkus, F.H. Arthur, & J.F. Campbell. 2019. Monitoring of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in rice mills using pheromone-baited traps. *Journal of Economic Entomology*. 112: 1454–1462.
- Mehta, V., & Kumar, S. 2020. Relative susceptibility and influence of different wheat cultivars on biological parameters of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Tropical Insect Science*. 41: 653–661.
- Mariadoss, A. & S. Umamaheswari. 2022, Comparative efficacy of locally abundant botanicals against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) in stored rice. *Journal of Experimental Zoology India*. 25(2): 2025–2028.
- Musa, A & T. Lawal. 2013. Proximate composition of ten types of biscuits and their susceptibility to *Tribolium castaneum* Herbst (Tenebrionidae: Bostrichidae) in Nigeria. *Food Science and Quality Management*. 14: 33–40.
- Nasution, H.F., Hendrival, Hafifah, M.M. Munauwar, & M.Y. Nurdin. 2022. Karakteristik dimensi beras lokal Propinsi Sumatera Utara dan kajian kerentanannya terhadap *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Ziraa'ah: Majalah Ilmiah Pertanian*. 47(2): 267–278.
- Negi, A., A. Pare, M. Loganathan, & R. Meenatchi. 2021. Effects of defect action level of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) fragments on quality of wheat flour. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 102: 223–232.
- Nerio, L.S., V.J. Olivero, & E. Stashenko, 2010. Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource Technology*. 101: 372–378.
- Ogendo, J.O., S.R. Belmain, A.L. Deng, & D.J. Walker. 2003. Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. With *Tephrosia vogelii* hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain. *Journal of Insect Sciences Application*. 23(2): 127–135.

- Okpile, C., U. Zakka, & L.C. Nwosu. 2021. Susceptibility of ten rice brands to weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), and their influence on the insect and infestation rate. *Bulletin of the National Research Centre*. 45(2): 2–10.
- Parugrug, M.L., & A.C. Roxas. 2008. Insecticidal action of five plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *KMITL Science Technology Journal*. 8(1): 24–38.
- Pratiwi, I., Setyono, & N. Rochman. 2015. Daya insektisidal ekstrak daun tembelekan (*Lantana camara*) dan buah lerak (*Sapindus rarak*) pada hama gudang *Callosobruchus chinensis*. *Jurnal Agronida*. 1(2): 63–70.
- Puspitalita, N., Y. Liswarni, & H. Hamid. 2018. Uji konsenterasi ekstrak air daun *Lantana camara* terhadap mortalitas dan perkembangan *Spodoptera exigua*. *Jurnal Proteksi Tanaman*. 2(1): 28–36.
- Rajashekar, Y., K.V. Ravindra, & N. Bakthavatsalam. 2012. Leaves of *Lantana camara* Linn. (Verbenaceae) as a potential insecticide for the management of three species of stored grain insect pests. *Journal of Food Science and Technology*. 51(11): 3494–3499.
- Rajashekar, Y., A. Raghavendra, & N. Bakthavasalam. 2014. Acetylcholinesterase inhibition by biofumigant (Coumaran) from leaves of *Lantana camara* in stored grain and household insect pests. *BioMed Research International*. (187019): 1–6.
- Saad, A.S.A., E.H.M. Tayeb, M.M. El-Shazli, & S.A. Baheeg. 2018. Susceptibility of certain Egyptian and imported wheat cultivars to infestation by *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 15(3): 1–16.
- Sharma, O.P., A. Singh, & S. Sharma. 2000. Levels of lantadenes, bioactive pentacyclic triterpenes, in young and mature leaves of *Lantana camara* var. Aculeate. *Fitoterapia*. 71: 487–491.
- Songer, G. & Y.K. Yadu. 2022. Screening of promising rice varieties against rice weevil (*Sitophilus oryzae*) under laboratory condition. *The Pharma Innovation Journal*. SP-11(8): 1262–1265.
- Sousa, E.O. & J.G.M. Costa. 2012. Genus *Lantana*: chemical aspects and biological activities. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 22(1): 1–26.
- Susanti, S., Hendrival, Usnawiyah, Hafifah, & M. Nazaruddin. 2022. Kerentanan relatif jenis beras terhadap *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) pada keadaan kadar air rendah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*. 1(1): 10–17.
- Talukder F.A. & P.E. Howse. 1993. Laboratory Evaluation of toxic and repellent properties of the Pithraj tree (*Aphanamixis polystachya* Wall & Parker) against *Sitophilus oryzae* (L.). *International Journal of Pest Management*. 40(3): 274–279.
- Wakil, W., N.G. Kavallieratos, M. Usman, S. Gulzar, & H.A.F. El-Shafie 2021. Detection of phosphine resistance in field populations of four key stored-grain insect pests in Pakistan. *Insects*. 12: 288.
- Yuan, Z. & P.X. Hu. 2012. Repellent, Antifeedant and toxic activities of *Lantana camara* extract against *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*. 105(6): 2115–2121.
- Zakladnoy, G.A. 2018. Effect of grain infestation with the rice weevil *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Dryophthoridae) on the quality of grain and grain products. *Entomological Review*. 98: 659–662.
- Zandi-Sohani, N., M. Hojjati, & B.A. Carbonell, 2012. Bioactivity of *Lantana camara* essential oil against *Callosobruchus maculatus*. *Chilean Journal of Agriculture Research*. 72(4): 502–506.