

Aplikasi Suhu terhadap Mortalitas Hama *Sitophilus zeamais* dan *Tribolium castaneum* pada Jagung

Application of Temperature on Mortality of Pests of Sitophilus zeamais and Tribolium castaneum on Corn

Rini Susanti^{1*}, Risnawati², Wizni Fadillah³, Lisdayani⁴, Riana Puspita⁵

¹⁻³Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara 20238, Indonesia

⁴Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Alwashliyah, Medan, Sumatera Utara 20147,

⁵Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Computer, Universitas Harapan, Medan, Sumatera Utara 20216

Received 11 October 2021; Accepted 17 June 2022; Published 30 June 2021

ABSTRACT

Warehouse pests are nuisance pests that cause a decrease in the quality and quantity of harvested grains. *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* are important warehouse pest of corn. Apart from attacking corn grains, this pests also attacks rice, wheat, sorghum, soybeans, grain/rice, and green beans. Temperature is a very influential aspect in the life of all insect species, including warehouse pests. This study aimed to determine the appropriate temperature range for controlling warehouse pests of *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* which does not interfere with health and is also safe for consumers. This research was conducted at the Pest Laboratory, Faculty of Agriculture, UMSU. The method used was factorial completely randomized design (CRD), the first factor was the use of temperature and the second factor was duration of heating with three replications. The results showed that the application of a temperature of 100 °C for 120 seconds or 150 °C for 60 seconds could cause the mortality of *S. zeamais* and *T. castaneum* pests to reach 100% in corn grains in storage.

Keywords: Seed; Storage; Temperature; Water content

Cite this as (CSE Style): Susanti R, Risnawati, Fadillah W, Lisdayani, Puspita R. 2022. Aplikasi suhu terhadap mortalitas hama *Sitophilus zeamais* dan *Tribolium castaneum* pada Jagung. Agrotechnology Res J. 6(1):16–20 <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i1.55423>.

PENDAHULUAN

Hama serangga merupakan salah satu penyebab signifikan kerugian pasca panen jagung. Mereka muncul di sepanjang rantai distribusi, dari lahan hingga penyimpanan. Sebagian besar serangga, yang mempengaruhi kerugian pasca panen, disebabkan oleh satu populasi hama, tergantung pada wilayah dan agroekosistem (López-Castillo et al. 2018). Beberapa spesies terlibat dalam kerugian jagung selama rantai distribusi, seperti *Sitophilus zeamais*, *Prostephanus truncatus*, *Sitotroga cerealella*, *Rhyzopertha dominica*, dan *Tribolium castaneum*, yang dianggap sebagai hama penting yang menyebabkan masalah serius dalam pertanian secara global. Kumbang jagung (*S. zeamais*) menyebabkan kerugian pasca panen selama

penyimpanan hingga 10-40% dari total produksi, banyak ditemukan di negara berkembang dan dunia (López-Castillo et al. 2018). Pengelolaan pasca panen yang baik melalui pengendalian *S. zeamais* akan mengurangi kerugian

S. zeamais Motschulsky merupakan hama yang umum ditemukan di gudang penyimpanan jagung. Pada kondisi lingkungan yang optimum, *S. zeamais* juga akan tumbuh dengan baik dengan memakan bulir jagung, memecahkan bulir dengan cara dilubangi, yang mengakibatkan kerugian pada jagung. Selain menyebabkan kerugian pasca panen, *Sitophilus zeamais* juga menyebabkan penurunan kualitas nutrisi, bobot, dan daya kecambah benih jagung di negara berkembang (Fahad et al. 2018).

Kehilangan hasil pada periode pascapanen di Indonesia diperkirakan mencapai 15% sampai 20% per tahunnya dan *S. zeamais* menyebabkan kerusakan hasil antara 0.2 sampai dengan 5%. Apabila dalam 6 bulan tidak diberi dikendalikan maka populasi hama *S.*

*Corresponding Author:
E-mail: rinisusanti@umsu.ac.id

zeamais dapat menimbulkan 30% penurunan hasil di penyimpanan dengan tingkat kehancuran biji 100% di wilayah tropis. bisa menimbulkan kehabisan hasil jagung sampai 30%. Hasil laporan Ojo dan Omoloye (2016), *S. zeamais* dapat menyebabkan turunnya kualitas dan kuantitas produk yang disimpan, dengan penurunan berat biji jagung berkisar 20-90% apabila jagung yang disimpan tanpa adanya perawatan

Terdapat beberapa faktor penting yang mempengaruhi lama perkembangan dari serangga hama *C. ferrugineus* salah satunya adalah suhu dan kelembaban (Abdelghany 2017). Suhu yang tidak sesuai dengan kondisi kelembaban optimum juga dapat mengganggu waktu dari perkembangan telur hingga menjadi imago *C. ferrugineus*. Suhu penyimpanan berpengaruh terhadap hama gudang. Penyebab tingginya mortalitas telur pada perkembangan sitophilus adalah stadium telur sangat peka terhadap gangguan faktor lingkungan, terutama lingkungan fisis seperti suhu dan kelembaban (Manueke et al. 2015). Hampir semua jenis serangga memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan. Semua serangga hama gudang memiliki suhu optimum pertumbuhan pada interval suhu 25-35 °C, pada beberapa spesies suhu di bawah 20 °C biasanya dapat mengurangi laju pertumbuhan populasi yang akan menyebabkan kerusakan yang tidak signifikan.

Tribolium castaneum Herbst adalah salah satu spesies serangga berarti di wilayah tropika dan dapat menyebabkan kerugian 10-40% di dunia (Kausarmalik dan Rizwana 2014). Serangga ini tidak mampu menyerang biji-bijian utuh dan karenanya merupakan hama sekunder dari biji-bijian seperti gandum, jagung, beras, untuk merusak produk bahan pangan yang masih utuh setelah dirusak oleh hama primer lainnya (Kayode et al. 2014) barley, rye, oat. Karena habitat khas mereka adalah di gudang tepung biji-bijian ini, mereka biasanya disebut "kumbang tepung" atau "kutu dedak". Kheradpir (2014) menyatakan *T. castaneum* memiliki tingkat preferensi yang signifikan pada berbagai tepung sehingga menyebabkan kerentanan produk pertanian yang disimpan. *Tribolium* dianggap sebagai hama utama produk biji-bijian, mereka juga dapat ditemukan dalam jenis makanan lain seperti kacang, kacang polong, kacang-kacangan, coklat, dan bahkan rempah-rempah seperti jahe dan paprika merah. Karena sifat sinantropiknya, banyak spesies dari genus *Tribolium* kumbang hama ini seperti *T. castaneum*, *T. confusum*, *T. destructor*, dan *T. madens* memiliki distribusi di seluruh dunia. Lainnya seperti *T. anaphe*, *T. audax*, *T. brevicornis*, *T. freemani*, dan *T. parallelus*, sehingga memiliki jangkauan yang lebih terbatas (Pai dan Bucher. 2017). Infestasi *T. castaneum* ini menimbulkan bau yang tidak sedap karena sekresi benzokuinon dari kelenjar perutnya (Astuti et al. 2020)

Pengendalian hama dikenal sebagai praktik pengendalian hama. Metode standar yang diterapkan di sebagian besar penyimpanan jagung adalah pengasapan, menggunakan metil bromida dan fosfin sebagai fumigan. Namun, ada masalah kesehatan lingkungan dengan penggunaan metil bromida dan fosfin pada batas tertentu. Beberapa strategi telah diterapkan untuk mengendalikan jagung dalam penyimpanan,

antara lain perlakuan kimia (Yang et al. 2020; Parwada et al. 2018), perlakuan biologis (Mbata et al. 2018), dan pengendalian fisik (Gvozdenac et al. 2019). Salah satu metode pengendalian hama yang menjanjikan adalah penyimpanan suhu tinggi atau rendah.

Strategi pengendalian yang umumnya dilakukan petani adalah membiarkan buah jagung tetap klobotnya (dalam keadaan tertutup) hingga mencapai 12% kadar airnya. Petani disarankan memilih varietas jagung yang mempunyai karakteristik klobot yang tertutup sempurna, sebab diketahui *S. zeamais* dapat menyerang lebih awal di fase tanaman jagung menghasilkan buah. Artinya tingkat keamanan dari jagung yang mempunyai klobot lebih terjamin dari jagung bentuk pipilan, yang dapat terlihat dari rendahnya serangannya. Hal yang menjadi perhatian adalah ketika biji mengalami masak fisiologis hendaknya kandungan air harus mencapai 10% yang menyebabkan lapisan hitam pada biji, lalu biji berubah menjadi keras sehingga mempersulit *S. zeamays* buat meletakkan telur (Sahito 2017)

Mortalitas *Tribolium confusum*, *Lasioderma serricorne*, *Corcyra cephalonica* serta *Rhyzopertha dominica* dengan mortalitas 100% bisa dicapai dengan memakai gelombang mikro frekuensi 2450 MHz pada temperatur 50°C. Aplikasi gelombang mikro frekuensi 950 MW pada temperatur 55°C buat penindakan *Cydia pomonella* L. pada buah cherries (*Prunus avium* L.) bisa menggapai mortalitas 98% (Elnaggar dan Mikhael, 2011). Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh suhu dan lama aplikasi terhadap mortalitas hama *S. zeamais* dan *T. castaneum* pada jagung dalam ruang penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, dengan faktor pertama adalah suhu yang terdiri dari T1= Temperatur 100°C, T2= Temperatur 150°C, dan T3= Temperatur 200°C; faktor kedua adalah waktu pemanasan yang terdiri dari: W1= 60 detik, W2= 120 detik, dan W3 = 180 detik. Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Fakultas pertanian UMSU dengan ketinggian tempat 12 mdpl. Penelitian dilakukan dari bulan Mei sampai dengan Juli 2021. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ialah Jagung pasca panen varietas Bisi II, hama *S. zeamais*, *T. castaneum*, nampam aluminium, alcohol, methanol, akuades, dan lainnya yang mendukung dalam penelitian. Alat yang diperlukan ialah microwave, spatula, erlenmeyer, stopwatch, kalkulator, alat tulis dan lainnya yang mendukung dalam penelitian ini.

Parameter pengamatan

Mortalitas hama. Serangga dianggap mati bila terlihat tidak bergerak dan untuk penyimpanannya menggunakan bahan plastik polietilen (selama 15 menit). Untuk serangga yang masih hidup diberi perlakuan mendinginkan selama 15 menit dan dilakukan pengamatan terhadap respons gerakannya. Cara menghitung tingkat kematian menurut (Lihawa dan Toana 2017) sebagai berikut:

$$M = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

dengan M adalah mortalitas serangga (%), a merupakan jumlah serangga Imago yang mati, dan b adalah jumlah serangga Imago yang hidup. Setelah serangga hama diaplikasi perlakuan temperature suhu kemudian diamati gejala pada serangga hama yang mengalami kematian setelah diberi temperatur.

Pengamatan hama pada jagung yang telah diberi suhu sesuai aplikasi. Pada masing-masing perlakuan temperature suhu, jagung yang telah selesai perlakuan dihitung jumlah hama yang mati dan dimasukkan kedalam toples kembali dan dibiarkan selama 15 hari, untuk mengamati hama yang masih hidup pada jagung.

Setelah 15 hari kemudian semua jagung dibelah untuk melihat hama didalamnya.

Analisis data. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan uji F dengan taraf 5%. Apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas hama *S. zeamais*

Perlakuan suhu terhadap tingkat mortalitas kematian hama *S. zeamais* tidak berbeda nyata terhadap tingkat mortalitas hama (

Tabel 1). Perlakuan temperatur 100°C dengan waktu 60 detik mortalitas hama sebesar 40 %, sedangkan sisanya tingkat mortalitas hama sebesar 100 %. Peran suhu berpengaruh terhadap tingkat kematian *S. zeamais*, dengan suhu semakin tinggi dan waktu yang semakin lama akan mempercepat tingkat kematian *S. zeamais*. Menurut Francis dan Bernard (2014) pemaparan yang lama pada suhu yang cukup tinggi (90 °C) dan dengan waktu pemaparan yang singkat pada suhu yang sangat tinggi (150 °C) (memberikan tingkat kematian serangga yang sama. Kisaran suhu tinggi juga dapat berbahaya memberikan efek merugikan yang berkepanjangan pada pengembangan, sehingga pengembangan lebih lambat dari yang diharapkan Vijay dan Bhuvanewari (2017).

Mortalitas hama *T. castaneum*

Perlakuan suhu terhadap tingkat mortalitas kematian hama *Tribolium castaneum* tidak berbeda nyata terhadap tingkat mortalitas hama (Tabel 2). Perlakuan suhu 100°C selama 60 detik mortalitas hama sebesar 30%, sedangkan sisanya tingkat mortalitas hama sebesar 100%. Peran suhu berpengaruh terhadap tingkat kematian *T. castaneum*, dengan suhu semakin tinggi dan waktu yang semakin lama akan mempercepat tingkat kematian *T. castaneum*. Menurut Francis dan Bernard (2014), peningkatan suhu biji-bijian yang cepat yang dipanaskan hingga 59-65°C membunuh semua serangga biji-bijian yang paling umum seperti kumbang padi *Sitophilus* dan penggerek biji-bijian *Rhyzopertha dominica* dalam beberapa menit.

Mortalitas imago *T. castaneum* yang terjadi pada beberapa tingkatan suhu di microwave akan memengaruhi jumlah imago baru yang muncul hal ini sesuai dengan Astuti et al (2013), menyatakan bahwa waktu perkembangan *Rhyzopertha dominica* dari telur hingga muncul imago baru dipengaruhi oleh tingkatan suhu dan kelembaban relatif, imago juga tidak sempat meletakkan telur jika sudah terjadi mortalitas sejak hari pertama seperti pada suhu 100, 150 dan 200 °C. Mortalitas paling tinggi terjadi pada suhu 150 dan 200 °C yaitu sebesar 100% jika dibandingkan dengan suhu lainnya. Nurbianto (2008), menyatakan bahwa akan terjadi peningkatan mortalitas imago *T. castaneum* hingga 60% pada suhu ekstrem seperti suhu 20 dan 40°C. Kisaran suhu 30-35°C dengan tingkat kelembaban 70-90% akan menjadi kondisi optimum bagi serangga

hama *T. castaneum* untuk berperan sebagai hama Gudang.

Gejala serangan kematian *S. zeamais*

Perlakuan suhu 100°C selama 60 detik tingkat mortalitas hama *S. zeamais* sebesar 40% dan mortalitas hama *T. castaneum* sebesar 30%, hal ini berarti lama pemanasan 60 detik belum dapat menyebabkan mortalitas hama 100%. Perlakuan suhu dengan waktu yang cukup lama membuat stress pada hama *S. zeamais* dan *T. castaneum* menurut Dari Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa perlakuan suhu terhadap tingkat mortalitas kematian hama *T. castaneum* tidak berbeda nyata terhadap tingkat mortalitas hama. Perlakuan temperatur 100°C dengan selama 60 detik mortalitas hama sebesar 30%, sedangkan sisanya tingkat mortalitas hama sebesar 100%. Peran suhu berpengaruh terhadap tingkat kematian *T. castaneum*, dengan suhu semakin tinggi dan waktu yang semakin lama akan mempercepat tingkat kematian *T. castaneum*. Menurut Nurbianto (2008), temperatur terus menjadi besar area perkembangan hingga populasi hendak tumbuh terus menjadi cepat. Temperatur erat kaitannya dengan kecepatan respon serta pergantian kandungan air, yang berikutnya jadi pemicu kehancuran bahan pangan yang ditaruh. Menurut Pratiwi dan Ananda (2020) Ketidaksiharian suhu dan kelembaban dapat memperlambat waktu perkembangan hingga mengakibatkan terputusnya fase dari serangga hama *C. ferrugineus* sehingga imago tidak dapat berkembang sempurna, dimana kisaran suhu antara 25 sampai 30 °C cocok untuk perkembangan larva dan pupa. *T. castaneum* (Mishra et al. 2016).

Pengamatan hama pada jagung yang telah diberi suhu

Pada perlakuan dengan bahwa mortalitas hama sebesar 40% untuk hama *S. zeamais* dan 30 % *T. castaneum*, setelah 30 menit kemudian total mortalitas hama sebesar 100%. Hama mulai berhenti makan dan aktifitas mulai lambat. Hal ini dikarenakan hama tersebut mengalami stress karena pengaruh suhu dan tidak adanya kelembaban dalam ruang penyimpanan. Marpaung (2021) menyatakan bahwa perlakuan suhu dapat menjadi tindakan untuk pengendalian hama jagung terutama di gudang.

Tabel 1. Pengaruh suhu dan lama aplikasi terhadap mortalitas hama *S. zeamais*

Suhu (°C)	Lama (detik)			Rataan
	60	120	180	
100	40,00±23,33	100,00±0,00	100,00±0,00	80,00±0,00
150	100,00 ± 0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
200	100,00 ± 0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
Rataan	80,00±23,33	100,00±0,00	100,00±0,00	

Keterangan Angka yang diikuti notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata, pada taraf 5 % uji jarak Duncan.

Tabel 2. Pengaruh suhu dan lama aplikasi terhadap mortalitas hama *T. castaneum*

Suhu (°C)	Lama (detik)			Rataan
	60	120	180	
100	30,00±23,33	100,00±0,00	100,00±0,00	80,00±23,33
150	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
200	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00	100,00±0,00
Rataan	76,66a	100,00b	100,00b	

Keterangan: Angka yang diberi notasi huruf menunjukkan perbedaan pada taraf uji 5% berdasarkan uji jarak Duncan

KESIMPULAN

Aplikasi suhu 100°C selama 120 detik atau 150 selama 60 detik dapat menyebabkan mortalitas hama *S. zeamais* dan *T. castaneum* mencapai 100% pada jagung dalam ruang penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih Kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) yang sudah memberikan dana Hibah internal kepada Peneliti untuk hibah Penelitian Dasar Nomor :155/II.3-AU/UMSU-LP2M/C/2021.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelghany AY, Paul GF. 2017. Mortality and movement of *Cryptolestes ferrugineus* and *Rhyzopertha dominica* in response to cooling in 300-kg grain bulks. Elsevier. J Stor Prod Res. 71:119-124. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.02.004>.

Astuti LP, Mudjiono G, Rasminah S, Rahardjo BT. 2013. Influence of temperature and humidity on the population growth of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on milled rice. J Entomol. 10. (2): 86-94.

Astuti LP, Yunita EK, Rachmawati R, Mutala'iah. 2020. Preference and development of *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) in whole grain and flour from of five corn varieties. Biodiversitas. Pages 21(2): 564-569. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210218>

El-Naggar SM, Mikhael AA. 2011. Disinfestation of stored wheat grain and flour using gamma rays and microwave heating. Elsevier. J Stor Prod Res. <https://doi:10.1016/j.jspr.2010.11.004>.

Fahad S, Butt M, Iqbal A, Shaheen N, Ali SA, Hasan SMA, Khan I. 2018. Analyzing the genetic variability of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptra; Curculionidae) in different geographic locations of district Charsadda. J Entomol Zool Stud. 6(3): 1117-1121.

Francis FL, Bernard F. 2014. High-Temperature-Short-Time (HTST) Disinfestation of wheat grain infested by *Sitophilus* spp. pre-emergent stages with a laboratory scale fluidized-bed. Integrated Protection of Stored Products. IOBC-WPRS Bull 98:213-222.

Gvozdenac S, Tanasković S, Ovuka J, Vukajlović F, Čanak P, Prvulović D, Sedlar A. 2019. Low temperature tolerance of *Plodia interpunctella*, *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais*: The prevalent pests of stored maize in Serbia. Acta Agriculturae Serbica. 24(48):143-155. <https://doi.org/10.5937/AASer1948143G>.

Kausarmalik, Rizwana R. 2014. Study of combined effect of locally isolated Bacillus thuringiensis and Turmeric powder on Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum*). Int. J Curr Microbiol App Sci 3(4):760-773.

Kayode OY, Adedire CO, Akinkulore RO. 2014. Influence of Four Cereal Flours on The Growth of

- Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ife J Sci.* 16(3):505-516.
- Kheradpir N. 2014. Food Preference of *Tribolium castaneum* Among Four Flour Types. *European J Experim Biol* 4(1):436-439.
- Lihawa Z, Toana MH. 2017. Pengaruh konsentrasi serbuk majemuk biji srikaya dan biji sirsak terhadap mortalitas kumbang beras *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera:Curculionidae) di penyimpanan. *J Agrotekbis.* Vol 5 (2): 190 – 195.
- López-Castillo LM, Silva-Fernández SE, Winkler R, Bergvinson DJ, Arnason JT, García-Lara S. 2018 Postharvest insect resistance in maize. *Elsevier. J Stor Prod Res.* 77:66-76. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.03.004>.
- Manueke J, Max T, Mamahit JME. 2015. Biology of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on rice and corn seed. *Eugenia.* 2(1);20-31 <https://doi.org/10.35791/eug.21.1.2015.11802>.
- Marpaung D.S.S. 2021. Mortality rate of *Sitophilus zeamais* in low temperature storage. *Agrointek.* 15(4): 1046-1053. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.10718>.
- Mbata GN, Ivey C, Shapiro-Ilan D. 2018 The potential for using entomopathogenic nematodes and fungi in the management of the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). *Biol Control.* 125:39-43. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.06.008>.
- Mishra BB, Tripathi SP, Tripathi CPM. 2016. effect of temperature at fixed relative humidity in fecundity and development of *Tribolium castaneum* (Herbst). *J EntomolZool Stud* 4(3): 255-257.
- Norenza E, Lestari T, Apriyadi R. 2019. Penetapan dosis tepung daun cengkeh untuk mengendalikan hama gudang kacang hijau (*Callosobruchus maculatus* Fabricius.) pada suhu penyimpanan yang berbeda. *J Agrosaintek.* 3(1): 1-8.
- Nurbianto R. 2008. Pengaruh perlakuan oven gelombang pada berbagai tingkatan daya dan waktu terhadap mortalitas *Tribolium castaneum* Herbst dan kandungan tepung tapioka [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ojo JA, Omoloye AA. 2016. Developments and Life History of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on Cereal Crops. *Adv Agric* 16:1-8. <https://doi.org/10.1155/2016/7836379>.
- Pai A, Bucher G. 2019. *Tribolium*. Dalam: Choe JC, editor. *Encyclopedia of Animal Behavior*. Elsevier. hal. 231–241. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.01216-4>.
- Parwada C, Kamota A, Mandumbu R, Chikuvire JT, Mutsengi K, Chiripanhura B. 2018. Use of botanical pesticides in controlling *Sitophilus zeamais* (Maize Weevil) on stored *Zea mays* (Maize) grain. *Crimson Publisher.* 1:1-4.
- Pratiwi NPE, Ananda KD. 2020. Pengaruh tingkatan suhu ruang waktu perkembangan *Cryptolestes ferrugineus* Stephens. *Bioedukasi J Pendid Biol* 13(2):74-78. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v13i2.42391>.
- Pratiwi NPE, Ananda KD, 2021. Pengaruh suhu terhadap mortalitas hama gudang *Cryptolestes ferrugineus* Stephens pada incubator. *J Agrovigor.* 14(1):66-71. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v14i1.9087>.
- Sahito AH, Mallah AN, Kousar T, Kubar AW, Shah HZ, Jatoi AF, Mangrio MW. 2017. Life table parameters of sawtoothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758) on different varieties of stored date palm fruits infested under laboratory conditions. *J Entomol Zool Stud.* 5(1): 95-99.
- Vijay S, Bhuvaneshwari K. 2017. Effect of temperature on oviposition and development of *Sitophilus oryzae* L. feeding on split pulses. *J Entomol Zool Stud* 5(3):1100-1105.
- Yang Y, Isman MB, Tak JH. (2020) Insecticidal activity of 28 essential oils and a commercial product containing *Cinnamomum cassia* bark essential oil against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Insects* 11 (8):474. <https://doi.org/10.3390/insects11080474>.