

PERUBAHAN PERILAKU *Callosobruchus maculatus* Fabricius TERHADAP WARNA CAHAYA PADA KACANG-KACANGAN DI PENYIMPANAN

CHANGES IN BEHAVIOR of *Callosobruchus maculatus* Fabricius AGAINST LIGHT COLOR IN STORAGE BEANS

Lukmanul Hakim¹, Irhamni²

¹) Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Serambi Mekkah.

²) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah.
Jalan Tengku Imum Lueng Bata, Gampong Batoh, Banda Aceh 23245

Korespondensi : lukmanulhakim@serambimekkah.ac.id

Diterima 09 Desember 2018 / Disetujui 19 Juni 2019

ABSTRAK

Callosobruchus maculatus (Fab.) adalah salah satu species serangga dari ordo Coleoptera, family Brucidae yang merupakan hama kacang-kacangan di gudang penyimpanan. Kerusakan kacang selama penyimpanan diawali dengan perilaku oviposisi telur serangga betina dewasa pada kotiledon biji kacang. Serangga *C. maculatus* (Fab.) tidak menyukai tempat dengan cahaya terang. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati perubahan perilaku oviposisi dan kopulasi serangga dewasa pada kacang-kacangan dengan penerangan empat warna cahaya pada ruang penyimpanan. Pengamatan dan analisis data menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Faktor pertama menggunakan cahaya lampu merah, kuning, hijau dan putih, sedangkan faktor kedua terdiri dari tiga jenis kacang (*Fabaceae*) yaitu kacang hijau, kacang kedelai dan kacang merah. Hasil penelitian menunjukkan perilaku oviposisi telur terjadi pada cahaya lampu kuning, sedangkan perilaku kopulasi terjadi pada cahaya lampu merah. Cahaya lampu merah dan kuning dapat memengaruhi perilaku oviposisi dan kopulasi *Callosobruchus maculatus* (Fab.).

Kata kunci: Cahaya, *Callosobruchus maculatus*, *Fabaceae*, Perilaku.

ABSTRACT

Callosobruchus maculatus (Fab.) is one of the insect species of the order Coleoptera, family Brucidae which is a pest for stored beans. Damage to beans during the storage starts with the behavior of the egg oviposition of adult female insects on bean seed cotyledons. *C. maculatus* (Fab.) do not like to be in a bright place. This study aimed to observe changes in the behavior of oviposition and copulation of adult insects in beans with four-colour lighting in the storage. The observation and analysis of data used factorial completely randomized design. The first factor were light colors; red, yellow, green, and white light while the second factor consists of three types of beans (*Fabaceae*); green beans, soybeans and red beans. The results showed that copulation behavior occurred in red light. While the oviposition behavior of eggs occurred in yellow light. The red and yellow lights can affect the behavior of oviposition and copulation of *C. maculatus* (Fab.).

Key words: Behavior, *Callosobruchus maculatus*, *Fabaceae*, Lights

PENDAHULUAN

Kacang-kacangan family Fabaceae seperti kacang hijau, kacang kedelai dan kacang merah telah dikenal dan dimanfaatkan secara luas karena kaya akan karbohidrat kompleks, protein, vitamin, mineral, lemak dan serat. Sebagaimana dikemukakan Nurlita *et al.* (2017) kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) mengandung protein 18,55%; karbohidrat 61,80% dan lemak 1,62%. Kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) mengandung protein 21,78%, karbohidrat 61,92%; lemak 0,64% (Maryam, 2015). Kacang kedelai (*Glycine max* L. Merrill) mengandung protein 31,62 %; karbohidrat 26,82 %; lemak 20,57 % (Rani *et al.*, 2013).

Kacang-kacangan dari family fabaceae selama penyimpanan akan terjadi penyusutan yang disebabkan oleh gangguan organisme. Golongan organisme penyebab kerusakan bahan simpan terdiri dari tikus Ordo Rodentia, burung dari kelas Aves dan serangga. Salah satu serangga perusak bahan pangan di penyimpanan adalah *Callosobruchus maculatus* (Fab.) akibat aktivitas makan pada stadium larva. Serangga dari ordo Coleoptera, family Bruchidae merupakan penyebab kerusakan serius selama penyimpanan. Kebiasaan serangga dalam kegiatan pemilihan inang, penempatan telur, mencari pasangan dan pertahanan diri dari lingkungan yang tidak menguntungkan adalah bagian dari perilakunya dalam mempertahankan hidup (Divya *et al.*, 2016).

Penelitian ini diawali dari beberapa penelitian terdahulu menyangkut perilaku serangga, diantaranya Saenong & Mas'ud (2009) menyatakan bahwa serangga gudang jenis *Sitophilus oryzae* menyukai warna jagung putih dan jagung kuning sebagai

pakan. Alim & Ramza (2013) menambahkan, memanfaatkan warna untuk pengendalian, termasuk ke dalam pengendalian secara fisik. Baidoo *et al.* (2015) melaporkan tentang pilihan warna *C. maculatus* Fab. pada warna pigmen biji kacang. Hakim *et al.* (2016) menambahkan serangga pada ekosistem tanaman jagung menyukai warna kuning. Menurut Prasetya & Amalia (2015), lalat rumah menyukai lampu warna biru. Tujuan utama penggunaan lampu warna dalam penelitian ini adalah untuk mengamati perubahan perilaku oviposisi dan kopulasi serangga *C. maculatus* (Fab.) pada kacang-kacangan selama di penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh pada bulan Mei - Agustus 2018.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari stoples plastik diameter 81 Cm, tinggi 36 Cm, thermometer standar, thermometer mikro merk GEA normal glass, hygrometer moisture digital 9 vol model MD 814, lampu pijar 5W. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang hijau (*Vigna radiata*), kacang kedelai (*Glycine max* L. Merrill), kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) dan serangga uji spesies *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae) sebanyak 20 pasang dengan perbandingan kelamin (1:1).

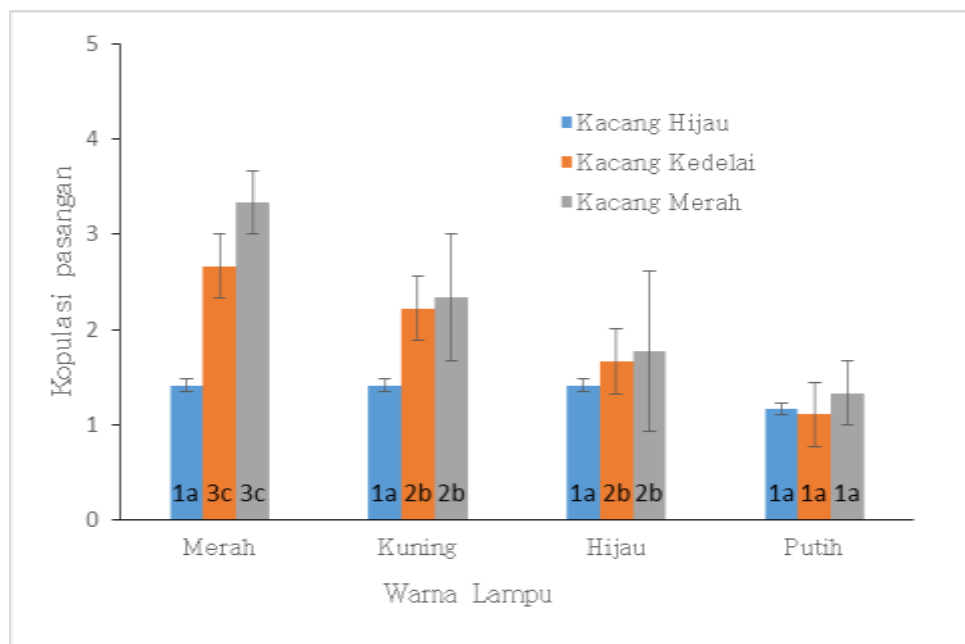
Data dan Analisis

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 4x3 dengan

tiga kali ulangan. Faktor pertama warna cahaya (L) terdiri dari lampu warna merah (L₁), kuning (L₂), hijau (L₃) dan putih (L₄). Faktor kedua jenis kacang (K) terdiri dari kacang hijau (K₁), kacang kedelai (K₂) dan kacang merah (K₃). Data dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 0,05%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama penelitian suhu rata-rata ruangan 29°C-32°C, RH 65%-80%, kadar air kacang rata-rata 13%-14%. Hasil uji lanjut (BNT 0,05%) jumlah serangga dewasa *Callosobruchus maculatus* (Fab.) yang tertarik pada cahaya lampu dan jenis kacang seperti terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Pengaruh penerangan cahaya lampu dan jenis kacang terhadap kopulasi pasangan imago *Callosobruchus maculatus* (Fab.) pada kacang-kacangan di penyimpanan. Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata ($P > 0,05$; $BNT_{0,05} = 0,7453$; $KK=24,2770$).

Ketertarikan serangga dewasa *C. maculatus* (Fab.) untuk berkopulasi tertuju pada lampu warna merah yang diikuti lampu warna kuning, lampu warna hijau dan lampu warna putih. Sedangkan ketertarikan berdasarkan jenis kacang, tertinggi ditemukan pada kacang merah (*Phaseolus vulgaris*), kemudian diikuti kacang kedelai (*Glycine max* L. Merrill) dan kacang hijau (*Vigna radiata*). Ketertarikan serangga pada beberapa warna dapat disebabkan panjang gelombang. Warna

merah panjang gelombang 630-760 nm, warna kuning 560—590 nm, dan warna hijau 490-560 nm (Sugito *et al.*, 2005). Ketertarikan *C. maculatus* Fab. pada cahaya diperkirakan, karena masing-masing warna lampu memiliki panjang gelombang yang berbeda. Lampu warna (*monochromaic*), seperti lampu warna merah panjang gelombang antara λ 630-760 nm, lampu warna kuning panjang gelombang λ 560-590 nm, lampu warna hijau dengan panjang gelombang λ 490-560 nm. Sedangkan lampu

warna putih merupakan gabungan semua cahaya yang disebut dengan cahaya *polychromatic* (Sugito *et al.*, 2005). Panjang gelombang cahaya putih akan berdampak pada perilaku serangga, apabila cahaya putih dipantulkan pada material maka serangga akan menghindari cahaya tersebut (Sedaghat *et al.*, 2014).

Gevina & Mohan (2016) menambahkan, bahwa ketertarikan serangga juga dipengaruhi oleh bentuk morfologi dan zat volatile yang dihasilkan dari biji kacang. Kacang-kacangan memiliki kulit luar yang licin dan mengkilat sehingga apabila diberikan cahaya, maka kulit luarnya akan memantulkan cahaya ke segala arah. Pantulan cahaya inilah yang dimanfaatkan serangga untuk memilih biji kacang untuk menempatkan telur-telurnya (Lal & Raj, 2012). Pada sisi lain pemilihan jenis kacang karena kandungan gizi yang dibutuhkan serangga untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Indikator adanya preferensi pemilihan kacang sebagai media peletakan telur ditandai adanya telur-telur yang dilengketkan pada permukaan biji oleh imago betina *C. maculatus* (Fab.). Unsur makro yang terkandung di dalam biji kacang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral lainnya. Kacang hijau (*Vigna radiata*) mengandung protein 21,78 %, karbohidrat 61,92 %; lemak 0,64 % (Maryam, 2015). Kacang kedelai (*Glycine max* L. Merril) mengandung protein 31,62%; karbohidrat 26,82%; lemak 20,57% (Rani *et al.*, 2013). Kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) mengandung protein 13,30 %, karbohidrat 75,09 %, dan lemak 5,05 % (Nurlita *et al.*, 2017). Kandungan esensial dari kacang-kacangan dapat mempengaruhi kehadiran serangga pada permukaan biji kacang.

Lebih lanjut Baidoo *et al.* (2015) menambahkan, bahwa efek warna yang dipantulkan menjadi penyebab pemilihan (preferensi) serangga pada biji kacang. Pada sisi lain pemberian cahaya pada ruang penyimpanan adalah untuk memberikan kehangatan pada ruang penyimpanan. Kehangatan kondisi ruang simpan akan memberikan kesegaran kepada material simpan (Divya *et al.*, 2016).

Faktor lain, seperti kondisi ruangan lembab dan tanpa diikuti dengan penerangan akan sangat menguntungkan serangga gudang. Kelembaban tinggi antara 65%-70% dan suhu 28 °C -32°C akan sangat menguntungkan serangga ini. Menurut Roy *et al.* (2017) pencegahan kehadiran *C. maculatus* (F.) dapat dilakukan secara fisik, yaitu dengan menggunakan sinar UV rendah (254 nm), pemanasan pada suhu 60°C, sinar UV tinggi (366 nm), dan penurunan suhu sampai 0°C.

Pengendalian *C. maculatus* (Fab.) dapat juga dilakukan dengan memanipulasi lingkungan mikro yaitu dengan memberikan penerangan ruang penyimpanan dengan lampu warna untuk merubah perilaku serangga, sehingga preferensi penempatan telur dapat dihindari. Menurut Ingabire *et al.* (2013) perilaku serangga dapat dirubah dengan modifikasi atmosfer lingkungan mikro. Lebih lanjut Alim & Ramza (2013) menambahkan untuk tujuan pengendalian dapat dilakukan dengan penambahan intensitas cahaya sebagai perangkat mekanis untuk pengendalian serangga hama. Manipulasi lingkungan dengan menggunakan radiasi *microwave* dapat menekan penempatan telur *C. maculatus* (Fab.) (Ahmady *et al.*, 2016). Modifikasi atmosfer pada penyimpanan kacang-kacangan dapat menurunkan tingkat

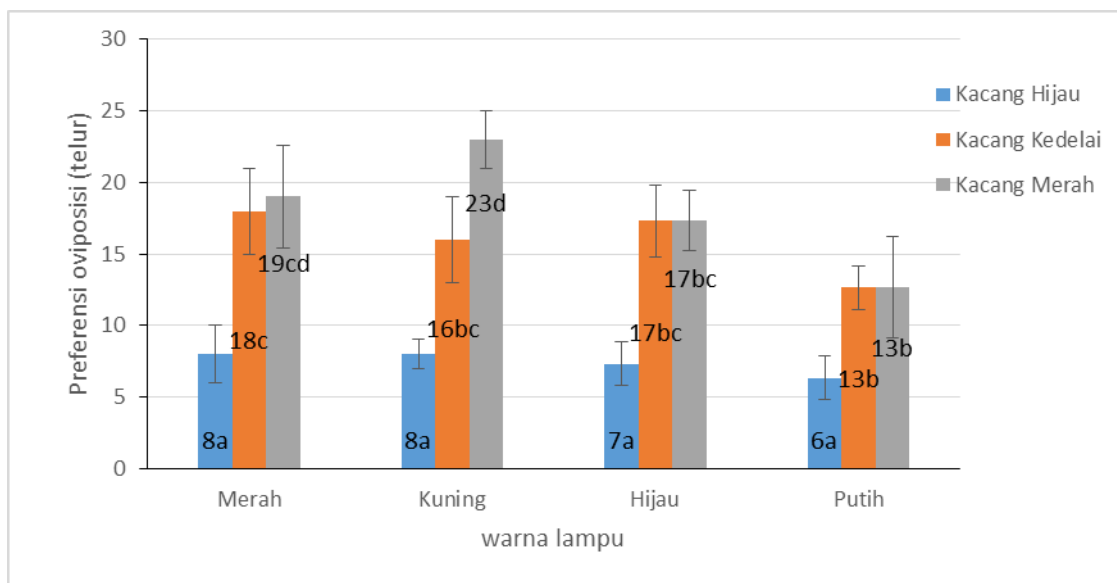
kerusakan mencapai 30%-50% (Padmasri *et al.*, 2017).

Manipulasi lingkungan mikro ruang penyimpanan dengan menggunakan beberapa warna cahaya lampu di penyimpanan merupakan upaya pencegahan kehadiran serangga secara fisik.

Preferensi penempatan (oviposisi) telur *C. maculatus* (Fab.) tertuju pada lampu warna kuning yang diikuti lampu warna merah, lampu warna hijau dan lampu warna putih. Oviposisi telur terjadi pada lampu warna kuning, karena cahaya kuning panjang gelombang 560-590 nm (Sugito *et al.*, 2005). Karena warna kuning dengan mudah dapat direspon dengan menggunakan mata tunggal maupun mata majemuk. Sedangkan preferensi berdasarkan jenis kacang tertinggi ditemukan pada kacang merah yang diikuti kacang kedelai dan jumlah oviposisi telur terendah pada kacang hijau (Gambar 2). Hal

ini dikarenakan, morfologi dari kacang merah disukai serangga selain itu juga karena kandungan gizi masing-masing kacang menjadi faktor ketertarikan dari serangga ini. Kandungan karbohidrat kacang merah 75,09%, protein 13,30%, lemak 5,05% (Asyik *et al.*, 2017).

Dari Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa preferensi penempatan telur serangga *C. maculatus* (Fab.) pada kacang dipengaruhi oleh warna kulit biji dan cahaya lampu. Karena sifat cahaya dapat dipantulkan ke segala arah sedangkan biji menerima pantulan dan memantulkan kembali ke lingkungan sekitarnya. Serangga menerima respon dari kedua pantulan tersebut. Menurut Bawa *et al.* (2017) serangga akan menempatkan telur-telurnya pada makanan yang sesuai untuk generasinya. Pada sisi lain, serangga memilih biji kacang karena aroma dan kandungan nutrisi dari masing-masing kacang sebagai stimulus (Silva *et al.*, 2015).



Gambar 2. Pengaruh penerangan cahaya lampu dan jenis kacang terhadap preferensi oviposisi telur *Callosobruchus maculatus* (Fab.) pada lingkungan mikro penyimpanan. nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata ($P > 0,05$; $BNT_{0,05} = 4,0703$; $KK = 17,4946$).

Ketertarikan serangga pada masing-masing kacang disebabkan kandungan unsur esensial seperti protein. Kandungan esensial pada biji kacang, seperti protein, karbohidrat akan menjadi daya tarik untuk preferensi untuk menempatkan telur pada permukaan biji. Protein merupakan unsur yang sangat dibutuhkan serangga terumama pada masa regenerasi. Bila dilihat dari kandungan protein, kacang kedelai terdapat 31,62% protein, kacang hijau 21,78 %, kacang merah 18,50 % (Maryam, 2015; Nurlita *et al.*, 2017; Rani *et al.*, 2013).

Ketertarikan serangga pada kacang juga dipengaruhi oleh cahaya karena cahaya dapat memancarkan sinar sehingga dengan mudah serangga dalam mencari jejak. Di samping cahaya temperatur juga dapat memengaruhi pergerakan serangga yang mana pada temperatur optimal perkembangan serangga akan lebih cepat bila dibandingkan dengan temperatur rendah (Maharjan *et al.*, 2017; Xie *et al.*, 2015). Lebih lanjut Verma *et al.* (2018) menambahkan, bahwa pertumbuhan dan perkembangan *C. maculatus* mulai dari penempatan telur, larva, pupa dan dewasa dipengaruhi oleh iklim mikro di sekitar ruang penyimpanan, seperti pencahayaan, temperatur, angin, pengudaraan, dan penyinaran. Penerangan ruangan dengan lampu dapat meningkatkan suhu, sehingga dapat memberikan kehangatan pada material simpan. Pada sisi lain kenaikan suhu dapat merangsang oviposisi telur dari serangga *C. maculatus* (Fab.). Selain kenaikan suhu pada lingkungan mikro, dapat juga terjadi karena perubahan iklim.

SIMPULAN

1. Ada pengaruh penggunaan cahaya lampu pada lingkungan terbatas ruang

penyimpanan kacang-kacangan terhadap perilaku kopulasi dan oviposisi telur *C. maculatus* (Fab.).

2. Perilaku oviposisi telur *C. maculatus* (Fab.) terjadi pada cahaya lampu kuning, sedangkan perilaku kopulasi terjadi pada cahaya lampu merah.
3. Serangga lebih memilih kacang merah disebabkan kadungan nutrisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Kepada Rektor Universitas Serambi Mekkah. Kepada LPPM-USM. Kepada Fakultas Teknologi Pertanian USM. Kepada Tim peneliti, semua pihak dan jajaran terkait yang telah memberi motivasi dan dukungannya untuk kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmady, A., Rahmatzi, N., Hazim, Z., Mousa, magdi A., & Zaitoun, A. A. (2016). Effect of temperature on stored product pests *Tribolium confusum* Jaquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchidae). *Journal of Entomology and Zoological Studies*, 4(6), 166–172.
- Alim, E. S., & Ramza, H. (2013). Perancangan piranti perangkat serangga (hama) dengan intensitas cahaya. *Jurnal Rekayasa Teknologi*, Vol 3(1), 28–34. Retrieved from <https://journal.uhamka.ac.id/index.php/rektek/article/view/113>
- Baidoo, P. K., Kwansa, N. A., & Annin, C. P. (2015). The role of seed coat and its

- pigmentation on the acceptance of bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) cultivars by the cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Advances in Entomology*, 3, 125–131. <https://doi.org/10.4236/ae.2015.34015>
- Bawa, S. A., Ofori, E. K. S., & Osaе, M. (2017). Species diversity and relative abundance of *Callosobruchus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in stored cowpea in four major agricultural produce markets in the central region, Ghana. *Journal of Stored Products Research*, 72, 117–120. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.04.007>
- Divya, P., Durga, K. K., Sunil, N., Rajasri, M., Keshavulu, K., & Udayababu, P. (2016). Modified atmosphere storage technique for the management of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* in horse gram. *Legume Research*, 39(3), 474–478. <https://doi.org/10.18805/lr.v0iOf.9610>
- Gevina, S., J. S., K., & Mohan, S. (2016). Development and Damage assessment of the storage beetle, *Callosobruchus maculatus*. Proseeding International Conference, (May), 25–31. Retrieved from www.researchgate.net
- Hakim, L., Surya, E., & Muis, A. (2016). Penedalihan alternatif hama serangga sayuran dengan menggunakan perangkat kertas. *Jurnal Agro*, III(2), 21–33. <https://doi.org/10.15575/860>
- Ingabire, J. P., Hategekimana, A., Bhuvaneshwari, K., Mohan, S., & Ganapathy, S. (2013). Management of pulse beetle, *callosobruchus maculatus* (F) population by nitrogen based modified atmosphere. *Journal of Entomology and Zoology*, 1(5), 48–52. Retrieved from http://www.entomoljournal.com/vol1Issue5/Issue_oct_2013/4.1.pdf
- Lal, D., & Raj, D. V. (2012). Mating, oviposition, fecundity and longevity of *Callosobruchus maculatus* (Fab.) on different pigeon pea varieties. *Bulletin of Environment: Pharmacology and Life Sciences*, 1(11), 12–15. Retrieved from http://www.bepils.com/oct_2012/3.pdf
- Maharjan, R., Yi, H., Young, Y., Jang, Y., Kim, Y., & Bae, S. (2017). Effects of low temperatures on the survival and development of *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) under different storage durations. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20(3), 893–900. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.06.007>
- Maryam, S. (2015). Potensi tempe kacang hijau (*Vigna Radiata* L) hasil fermentasi menggunakan inokulum tradisional. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(2), 635–641. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v4i2.6055>
- Nayan, Y., Monali, M., Mondal, S., Biswas, D., & Debaspriya. (2017). Pulse Beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabr. (Coleoptera: Bruchidae) Management by Physical Means. *JAST*, 03(01), 14–27.
- Nurlita, Hermanto, & Asyik, N. (2017). Pengaruh penambahan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) dan tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*) terhadap penilaian organoleptik dan nilai gizi biskuit. *J.Sains Dan Teknologi Pangan (JSTP)*, 2(3), 562–574. Retrieved from <http://ojs.uho.ac.id/index.php/jstp/article/view/2631/1961>
- Padmasri, A., Kumar, B. A., Kumari, J. A., & Srinivas, C. (2017). Management of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L . in redgram by modified atmosphere. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 6(1),

- 414–417.
- Prasetya, R. D., & Amalia, Y. R. (2015). Pengaruh variasi warna lampu pada alat perekat lalat terhadap jumlah lalat rumah (*Musca domestica*) yang terperangkap. *BALABA*, 11(01), 29–34. Retrieved from <http://ejournal2.litbang.kemkes.go.id:81/index.php/blb/article/view/869>
- Ramazeame, L., Adiroubane, D., Govindan, K., & Jagathesswari, J. (2014). Management of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* Linn. using botanicals. *Journal of Entomology and Zoology Studies JEZS*, 2(24), 299–303. Retrieved from <http://www.entomologyjournal.com/archives/2014/vol2issue4/PartG/34.pdf>
- Rani, H., Zulfahmi, & Widodo, Y. R. (2013). Optimasi proses pembuatan bubuk (Tepung) kedelai optimization process soybean flouring. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3), 188–196. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v13i3.187>
- Roy, N., Mukherjee, M., Mondal, S., Biswas, D., & Das, D. (2017). Pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabr. (Coleoptera : Bruchidae) management by physical means. *JAST*, 03(01), 14–27. Retrieved from http://mucwcburdwan.org/data/uploads/college_journal/2017/5article-2.pdf
- Saenong, m sudjak, & Mas'ud, S. (2009). Keragaan hasil teknologi pengelolaan hama kumbang bubuk pada tanaman jagung dan sorgum. In *Prosiding Seminar Nasional Serealia* (pp. 410–426). Retrieved from <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/12/510.pdf>
- Sedaghat, R., Talebi, A. A., & Moharramipour, S. (2014). Effects of ultraviolet irradiation on life table of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 16(2), 01-12. Retrieved from <http://entomol.org/journal/index.php/JERS/article/view/500>
- Seram, D., Mohan, S., Kennedy, J., & Natesan, S. (2016). Development and damage assessment of the storage beetle, *Callosobruchus maculatus* (Thanjavur and Coimbatore strain) under normal and controlled conditions. In *Conference: 10th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products (CAF2016)* (pp. 25–31). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/317240227>
- Silva, C. P., Kunz, D., Linhares, R. T., Samuels, R. I., & Macedo, M. L. R. (2015). Diet-derived vicilins detected in eggs laid by a double-mated female *Callosobruchus maculatus* originate from nuptial gifts donated by both male partners. *Journal of Stored Products Research*, 63, 71–74. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.07.003>
- Sugito, H., Wahyu, Firdausi, K. S., & Mahmudah, S. (2005). Pengukuran panjang gelombang sumber cahaya berdasarkan pola interferensi celah banyak. *Berkala Fisika*, 8(2), 37–44. Retrieved from http://eprints.undip.ac.id/1756/1/Pengukuran_Panjang_Gelombang_Sumber_Cahaya_Berdasarkan_Pola_Interferensi_Celah_Banyak.pdf
- Toumno, L., Wango, S., Semboli, O., Bolevane-Ouatinam, S., Kamba-Mebourou, E., Zinga, I., Sembene, M. (2018). Comparative performance of traditional post-harvest practices on the development of *Callosobruchus maculatus* in *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* Seeds in Paoua (Central African Republic). *Journal of*

Agriculture and Ecology Research International, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.9734/jaeri/2018/38370>

Verma, S., Malik, M., Kumar, P., Choudhary, D., Jaiwal, P., & Jaiwal, R. (2018). Susceptibility of four Indian grain legumes to three species of stored pest , bruchid (*Callosobruchus*) and effect of temperature on bruchids. *International Journal of Entomology Research*, 3(2), 5–10. Retrieved from <http://www.entomologyjournals.com/>

[archives/2018/vol3/issue2/3-1-33](#)

Xie, L., Zhao, H., Zhou, P., Zhu, T., Liu, Y., & Chen, H. (2015). Ambient mass spectrometry for forensic analysis. *Annal Forensic Research and Analysis*, 2(2), 1–8. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/ac24/48548460c67d328844490aea20bb5638a485.pdf>