

**PENENTUAN OVIPOSISI KUMBANG *Callosobruchus maculatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) KE ATAS PELBAGAI JENIS KEKACANG**
[OVIPOSITION DECISION IN THE *Callosobruchus maculatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) ON DIFFERENT TYPES OF LEGUMES]

**Paramita Maris¹, Agus Kardinan¹
Ireng Darwati^{1*} & Norhayati Ngah²**

¹Nasional Research and Innovation Agency,
Jakarta, Indonesia

²Fakulti Biosumber dan Industri Makanan,
Universiti Sultan Zainal Abidin,
22200 Besut Terengganu, Malaysia

*Email pengarang berutusan: darwikadarso2011@gmail.com

Penghantaran: 16 Jun 2022; Penerimaan: 19 September 2022

ABSTRAK

Callosobruchus maculatus (Bruchidae: Coleoptera) merupakan serangga perosak produk bijirin simpanan yang menyerang pelbagai jenis kekacang di ladang dan stor penyimpanan. Spesies betina *C. maculatus* dilaporkan mempunyai sifat kecenderungan untuk bertelur bergantung kepada jenis bijiran kekacang. Oleh itu, kajian ini telah direka bentuk untuk menilai pengaruh kandungan protein dan karbohidrat di dalam pelbagai jenis kekacang ke atas keputusan untuk mengoviposit telur oleh *C. maculatus* dan kejayaan telur tersebut untuk menetas. Kajian ini direka bentuk secara rawak dengan lima jenis rawatan dan sejumlah lima replikasi. Rawatan merangkumi Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.), Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.), Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.), Kacang Soya (*Glycine max* L.) dan Kacang Lembu (*Vigna unguiculata* L.). Kajian dijalankan melalui dua kaedah berbeza iaitu (a) kaedah pilihan, di mana semua jenis kekacang dicampur, maka serangga boleh memilih untuk bertelur pada mana-mana jenis kekacang dan (b) kaedah tanpa pilihan, di mana serangga hanya diberikan satu jenis kekacang sahaja untuk bertelur. Jumlah kandungan karbohidrat dan protein di dalam kekacang pula dianalisis menggunakan kaedah titrasi dan Kjeldahl. Dapatan kajian menunjukkan bahawa apabila diberi pilihan, *C. maculatus* memilih untuk bertelur pada Kacang Lembu (97.2±17.2) diikuti oleh Kacang Hijau (84.8±16.4), Kacang Merah (57.0±12.7), Kacang Soya (49.4±10.4) dan Kacang Tanah (5.4±2.6). Corak bertelur adalah hampir sama apabila *C. maculatus* tidak diberikan pilihan iaitu jumlah telur terbanyak ditemui pada Kacang Hijau (48.8±12.4) dan Kacang Lembu (45.4±12.1), tetapi dengan jumlah telur yang lebih sedikit berbanding kaedah pilihan. Kandungan karbohidrat di dalam kacang hijau (51.07%) dan kandungan protein dalam Kacang Lembu (34.84%) diramalkan mempengaruhi keputusan untuk bertelur oleh *C. maculatus*. Walau bagaimanapun, aktiviti bertelur oleh *C. maculatus* didapati tidak mempengaruhi kejayaan telurnya untuk menetas memandangkan hanya telur yang diletakkan pada kacang lembu dan kacang hijau yang telah menetas. Kajian lanjut perlu dijalankan untuk mengenal pasti faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi tabiat bertelur *C. maculatus*

bagi memastikan kaedah kawalan yang berkesan dapat dilaksanakan dalam mengekang serangga perosak ini dari terus membiak.

Kata kunci: *Callosobruchus maculatus*, keputusan bertelur, kekacang

ABSTRACT

Callosobruchus maculatus (Bruchidae: Coleoptera) is a serious insect pest of stored grain that attacks many types of legumes in field and stored environment. A female of *C. maculatus* has reported shows host preference behaviour in laying eggs, depending on the variety of legumes. Therefore, this research was designed to investigate the influence of protein and carbohydrate content in various types of legumes on the oviposition decision and the hatching successes of *C. maculatus*. The study was designed in a completely randomized with five treatments and five replications. The treatments consisted of peanut (*Arachis hypogea* L.), red bean (*Phaseolus vulgaris* L.), mung bean (*Vigna radiata* L.), soybean (*Glycine max* L.), and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). The research was carried out in two ways, namely (a) choice method, where all the grains were mixed, so that the insects could freely choose to oviposit their eggs and (b) no-choice method, where the insects were only given one type of nut to oviposit. Carbohydrate and protein content of grains were analyzed in the laboratory by using titration and Kjeldahl method, respectively. The results show that when given a choice, *C. maculatus* decided to lay eggs on the seeds of cowpea (97.2 ± 17.2) followed by the mung bean (84.8 ± 16.4), red bean (57.0 ± 12.7), soy bean (49.4 ± 10.4) and peanut (5.4 ± 2.6). The ovipositional pattern was nearly similar when no choice is given to the *C. maculatus* female where the highest number of eggs were found on mung bean (48.8 ± 12.4), and cow bean (45.4 ± 12.1), but with the slightly low number of eggs. The amount of carbohydrate in mung bean (51.07%) and protein content in cowpea (34.84%) was predicted to influence the ovipositional preference of *C. maculatus* as these two nutrient contents are highest in both legumes compared to others. However, the ovipositional activity of *C. maculatus* does not necessary influence the hatches success of their egg as only eggs on mung bean and cowpea were hatched. Further research should be done to identify other factors that might influence oviposition behaviour of *C. maculatus*. This is important to maximise the effectiveness of management tactics in controlling this insect pest.

Keywords: *Callosobruchus maculatus*, ovipositional decision, legumes

PENGENALAN

Callosobruchus maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae) merupakan spesies serangga perosak produk simpanan bijirin. Spesies ini turut dilaporkan sebagai perosak utama kepada produk simpanan kekacang seperti Kacang Lembu, Kacang Hijau, Kacang Soya dan Kacang Tanah (Devi & Devi 2014). *Callosobruchus maculatus* dikategorikan sebagai salah satu makhluk perosak produk makanan simpanan yang paling berbahaya di dunia kerana kemampuannya untuk membiak dengan cepat dan menghasilkan beberapa kitar generasi dalam setahun (Kebe et al. 2020). Kaedah penyimpanan produk makanan bijirin yang tidak efisien seperti persekitaran yang kotor, gelap dan suhu yang sesuai untuk membiakkan kumbang menyebabkan populasi kumbang ini berkembang dengan cepat dan sukar untuk dikawal. Betina *C. maculatus* kebiasaannya bertelur pada kulit luar bijirin kekacang. Telur itu kemudiannya akan menetas dan menebuk kulit luar kekacang untuk memakan bahagian endosperma kekacang tersebut. Apabila mencapai usia kematangan yang sesuai, larva kumbang akan bertukar menjadi pupa dan akan berada di dalam biji kekacang sehingga menetas sebagai dewasa (Ahuchaogu &

Ojiako 2020). Serangga perosak ini juga dilaporkan cenderung untuk menyerang bijiran kekacang yang mengandungi karbohidrat dan protein tinggi (Shevkani et al. 2019).

Kacang Lembu (*Vigna unguiculata* L.) merupakan sejenis kekacang yang mempunyai sumber protein yang tinggi. Ia merupakan sumber protein penting kepada diet manusia kerana harganya yang lebih murah dan mudah didapati berbanding kekacang jenis lain (Ekeh et al. 2013). Oleh itu, kacang lembu dikatakan sering diserang oleh kumbang *C. maculatus*. Biji benih kacang lembu yang diserang oleh kumbang ini menjadi rosak di mana bahagian epikotil dan hipokotil kacang tersebut menjadi cacat, seterusnya menghasilkan anak pokok yang tidak normal (Sukanata 2014). Rekod menunjukkan anggaran kerugian akibat serangan serangga bruchid ini adalah sekitar 30-40% dalam tempoh enam bulan dan boleh mencapai 100% semasa tempoh serangan yang teruk (Mahendran & Mohan 2002).

Kitar hidup lengkap kumbang *C. maculatus* adalah sekitar 24 hari sahaja. Aktiviti mengawan kumbang dewasa biasanya mengambil masa 10-15 minit. Walau bagaimanapun, dalam sesetengah keadaan, aktiviti mengawan ini turut dilaporkan mengambil masa setengah hingga satu jam. Serangga ini hanya makan pada peringkat larva di mana pada peringkat kitar hidup tersebut, serangga ini dikategorikan sebagai perosak. Selepas menetas dan mencapai tahap dewasa, ia hanya akan melakukan aktiviti mengawan dan bertelur (Nisar et al. 2021). Jangka hayat kumbang *C. maculatus* dewasa hanyalah sekitar 10 hingga 14 hari sahaja (Beck & Blumer 2011). Serangga perosak ini agak sukar dikawal kerana saiznya yang kecil iaitu dalam lingkungan 2.0 hingga 3.5 mm panjang dan selalunya berada di tempat yang tersorok atau tersembunyi. Oleh itu, satu-satunya kaedah yang dilihat mampu membunuh serangga ini adalah melalui teknik semburan racun fumigasi. Kaedah kawalan lain yang boleh dilakukan adalah dengan mencegah kemunculan serangga ini seperti dengan menjaga kebersihan tempat penyimpanan atau menyimpan di persekitaran yang tidak sesuai bagi kumbang ini untuk hidup.

Walaupun banyak kajian telah dilaksanakan untuk menilai aktiviti dan sifat bertelur oleh kumbang *C. maculatus*, maklumat lengkap tentang pengaruh kandungan karbohidrat dan protein terhadap kecenderungan bertelur kumbang *C. maculatus* pada pelbagai jenis kekacang adalah masih terhad. Oleh yang demikian, kajian yang dijalankan ini adalah amat wajar bagi memastikan maklumat lengkap berkaitan *C. maculatus* terutama dalam konteks pengawalan perosak dapat dikumpulkan bagi rujukan masa hadapan.

BAHAN DAN KAEDAH

Lokasi dan Rekabentuk Kajian

Kajian ini telah dijalankan di makmal entomologi, *Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute*, Bogor, Indonesia pada Januari hingga Jun 2021. Kajian ini direka bentuk sebagai rawak di mana terdapat lima jenis rawatan dan sebanyak lima kali replikasi. Data telah dianalisis menggunakan ANOVA dan perbezaan bagi setiap rawatan telah dianalisis menggunakan Duncan's Multiple Range Test pada tahap 5%. Rawatan merangkumi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.), Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.), Kacang Lembu (*Vigna unguiculata* L.), Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) dan Kacang Soya (*Glycine max* L.). Kajian ini dijalankan menggunakan dua kaedah iaitu (a) kaedah pilihan, di mana semua jenis kekacang dicampur secara sekata di dalam bekas, maka serangga boleh memilih untuk bertelur pada mana-mana jenis kekacang dan (b) kaedah tiada pilihan, di mana serangga hanya diberikan satu jenis kekacang sahaja untuk bertelur. Kerja-kerja pengiraan bilangan telur serangga dan pengesanan kehadiran imago dijalankan secara pemerhatian terus dan tidak memerlukan bantuan mikroskop kerana ia boleh dilihat dengan mata kasar.

Kaedah Pilihan

Sebanyak 10 biji benih bagi setiap jenis kekacang telah dicampur dan disimpan di dalam kotak plastik lutsinar bersaiz 15 cm X 15 cm X 7 cm. Kotak plastik ini telah dibalut dengan kain kasa bagi membolehkan aliran dan kelembapan udara bertindak secara semulajadi. Selepas itu, sebanyak 10 pasang kumbang *C. maculatus* dewasa dimasukkan ke dalam kotak plastik tersebut dan disimpan di tempat gelap dan tertutup pada suhu bilik (28 hingga 29°C). Tujuh hari selepas itu, kesemua biji kekacang tersebut dikutip, diasingkan mengikut jenis dan telur *C. maculatus* yang terdapat di atas permukaan kekacang tersebut dikira dengan berhati-hati bagi mengelakkan kerosakan. Selepas itu, biji kekacang yang mengandungi telur diasingkan dan disimpan di dalam kotak plastik berukuran 7 cm x 7 cm x 5 cm. Kotak plastik ini telah dibalut dengan kain kasa bagi membolehkan aliran udara dan kelembapan bertindak secara semulajadi. Selepas itu, kotak disimpan di tempat gelap dan tertutup pada suhu bilik (28 hingga 29°C) untuk menilai kejayaan telur serangga untuk menetas.

Kaedah Tanpa Pilihan

Sebanyak 20 biji benih bagi setiap jenis kekacang telah dimasukkan secara berasingan ke dalam kotak plastik berukuran 7 cm x 7 cm x 5 cm. Sepasang kumbang *C. maculatus* dewasa telah dimasukkan ke dalam setiap kotak. Sama seperti kaedah pilihan, kotak plastik ini telah dibalut dengan kain kasa bagi membolehkan aliran udara dan kelembapan bertindak secara semulajadi. Kotak ini juga disimpan di tempat gelap dan tertutup pada suhu bilik (28 hingga 29°C). Pengiraan jumlah telur serangga dibuat pada hari ke tujuh selepas serangga dewasa dilepaskan di dalam kotak. Selepas itu, pemerhatian diteruskan sehingga telur serangga menetas.

Analisis Kandungan Protein dan Karbohidrat Di Dalam Pelbagai Jenis Kekacang

Analisis terhadap kandungan protein dan karbohidrat yang terdapat dalam setiap jenis kekacang telah dijalankan menggunakan kaedah titrasi dan Kjeldahl (*Gerhardt type VAP450*) berdasarkan kaedah oleh Rybak-Chmielewska (2003) dan Self (2007). Berat setiap biji kekacang adalah berbeza bagi setiap jenis. Oleh yang demikian, data yang diperolehi telah dikira sebagai dalam peratus supaya perbandingan yang adil dapat dijalankan. Eksperimen ini telah dijalankan sebanyak lima replikasi bagi setiap jenis kekacang.

HASIL

Jumlah Telur Pada Benih Kekacang

Hasil pemerhatian pada hari ketujuh melalui kaedah pilihan selepas serangga dewasa dilepaskan ke dalam kotak menunjukkan bilangan telur pada Kacang Hijau (84.8 ± 16.4) dan kacang lembu (97.2 ± 17.2) adalah lebih banyak berbanding biji kekacang jenis lain dengan perbezaan yang ketara ($P \leq 0.05$) (Jadual 1). Ini diikuti dengan bilangan telur yang terdapat pada Kacang Soya (49.4 ± 10.4) dan Kacang Merah (57.0 ± 12.7). Analisis data juga menunjukkan bahawa tiada perbezaan bererti ($P \leq 0.05$) pada jumlah bilangan telur kumbang *C. maculatus* yang terdapat pada Kacang Soya dan Kacang Merah. Hanya beberapa biji telur *C. maculatus* dikesan di atas biji benih Kacang Tanah (5.4 ± 2.6).

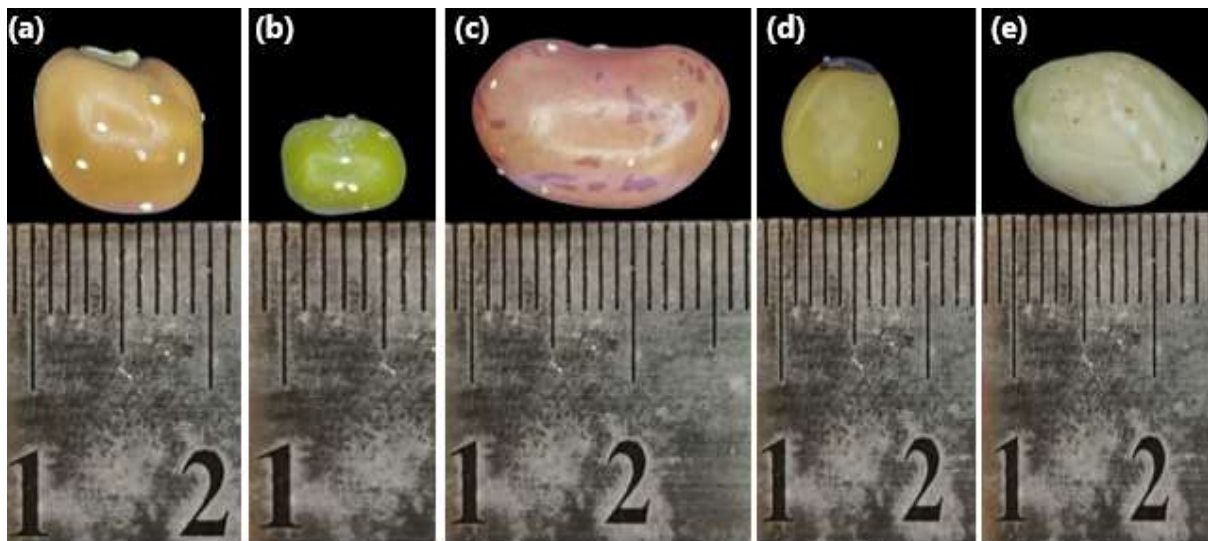
Jadual 1. Jumlah telur kumbang *C. maculatus* di atas permukaan pelbagai jenis kekacang dan jumlah telur yang menetas bagi kaedah pilihan

Jenis Kekacang	Bilangan Telur Pada Kekacang	Bilangan Telur Yang Menetas
Kacang Tanah (<i>Arachis hipogea</i> L.)	5.4 ± 2.6^c	0 ^a
Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	57.0 ± 12.7^b	0 ^a

Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	84.8±16.4 ^a	27.6±7.7 ^b
Kacang Soya (<i>Glycine max</i> L.)	49.4±10.4 ^b	0 ^a
Kacang Lembu (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	97.2±17.2 ^a	26.8±2.8 ^b

Nombor yang diikuti oleh abjad yang sama menunjukkan tiada perbezaan bererti antara rawatan pada 5% DMRT.

Data yang diperolehi ini menunjukkan bahawa kumbang *C. maculatus* lebih berminat dan menunjukkan kecenderungan untuk bertelur pada Kacang Lembu dan Kacang Hijau, diikuti dengan Kacang Soya dan Kacang Merah, tetapi kurang berminat untuk bertelur pada permukaan biji Kacang Tanah (Rajah 1).



Rajah 1. Telur kumbang di atas permukaan kacang, a, Kacang Lembu; b, Kacang Hijau; c, Kacang Merah; d, Kacang Soya; e, Kacang Tanah. Skala adalah 1 mm bagi setiap garisan pendek

Jumlah Telur Yang Berjaya Menetas

Selepas satu bulan melalui kaedah pilihan, bilangan imago *C. maculatus* yang muncul dari setiap kumpulan bijirin kecacang telah dikira. Hasil kajian menunjukkan imago *C. maculatus* hanya muncul daripada kotak yang mengandungi Kacang Hijau dan Kacang Lembu sahaja dengan peratusan kejayaan daripada telur kepada imago masing-masing sebanyak 27.6±7.7% dan 26.8 ±2.8% mengikut kategori. Manakala, kotak yang mengandungi bijirin jenis lain iaitu Kacang Merah, Kacang Soya dan Kacang Tanah, kami mendapati tiada imago yang muncul dan tiada tanda-tanda telur *C. maculatus* telah menetas. Data yang diperolehi menunjukkan hanya telur *C. maculatus* pada Kacang Hijau dan Kacang Lembu sahaja mampu menetas dan membesar menjadi imago. Kami percaya bahawa kandungan nutrien yang terdapat dalam Kacang Hijau dan Kacang Lembu telah mempengaruhi kejayaan telur-telur tersebut untuk menetas seterusnya menyokong pertumbuhan serangga tersebut menjadi dewasa.

Jumlah Telur Pada Benih Kekacang

Data yang diperolehi melalui kaedah tanpa pilihan menunjukkan bilangan telur pada permukaan biji Kacang Hijau (48.8±12.4) dan Kacang Lembu (45.4±12.1) adalah lebih tinggi dengan perbezaan yang ketara berbanding Kacang Soya (32.4±11.1), Kacang Merah (33.6±11.8) dan Kacang Tanah (7.8±2.2) ($P \leq 0.05$). Sama seperti kaedah pilihan, jumlah telur *C. maculatus* pada Kacang Tanah adalah paling sedikit (Jadual 2). Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa kumbang *C. maculatus* lebih berminat dan memilih untuk bertelur pada Kacang Lembu dan

Kacang Hijau, diikuti dengan Kacang Soya dan Kacang Merah, tetapi kurang bertelur di permukaan Kacang Tanah.

Jadual 2. Jumlah telur kumbang *C. maculatus* di atas permukaan pelbagai jenis kekacang dan jumlah telur yang menetas bagi kaedah tiada pilihan

Jenis Kekacang	Jumlah Telur	Jumlah Telur Menetas
Kacang Tanah (<i>Arachis hipogea</i> L.)	7.8±2.2 ^c	0 ^b
Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	33.6±11.8 ^b	0 ^b
Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	48.8±12.4 ^a	25.2±7.4 ^a
Kacang Soya (<i>Glycine max</i> L.)	32.4±11.1 ^b	0 ^b
Kacang Lembu (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	45.4±12.1 ^a	21.4±4.2 ^a

Nombor yang diikuti oleh abjad yang sama menunjukkan tiada perbezaan bererti antara rawatan pada 5% DMRT

Jumlah Telur Yang Berjaya Menetas

Selepas satu bulan melalui kaedah tanpa pilihan, bilangan imago *C. maculatus* yang muncul dari setiap jenis kekacang telah dikira. Hasil kajian menunjukkan peratusan kejayaan daripada telur kepada imago hanya pada kacang hijau (25.2±7.4%) dan Kacang Lembu (21.±4.2%) sahaja (Jadual 2). Pemerhatian kami mendapati tiada imago yang muncul daripada biji kekacang jenis lain iaitu Kacang Merah, Kacang Soya dan Kacang Tanah. Pemerhatian teliti juga mendapati tiada telur *C. maculatus* yang menetas pada ketiga-tiga jenis kekacang ini. Kami merumuskan bahawa kandungan protein dan karbohidrat dalam biji kekacang telah memberi pengaruh kepada kejayaan telur-telur ini untuk menetas dan menjadi imago.

Kandungan Protein Dan Karbohidrat Dalam Pelbagai Jenis Kekacang

Hasil analisis menunjukkan bahawa kandungan protein dalam Kacang Lembu (34.84%) melalui kaedah tanpa pilihan adalah paling tinggi berbanding Kacang Tanah, Kacang Merah, Kacang Hijau dan Kacang Soya. Ujian saintifik ini juga mendapati bahawa kandungan karbohidrat dalam kacang hijau (51.07%) adalah tertinggi berbanding kekacang lain. Hasil perbandingan turut menunjukkan bahawa kacang tanah mengandungi jumlah karbohidrat (8.33%) yang paling rendah dan protein (24.75%) adalah yang kedua rendah berbanding kekacang jenis lain (Jadual 3).

Jadual 3. Kandungan karbohidrat dan protein pada pelbagai jenis kekacang yang diuji

Jenis Kekacang	Kandungan Karbohidrat (%)	Kandungan Protein (%)
Kacang Tanah (<i>Arachis hipogea</i> L.)	8.33	24.75
Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	45.67	23.79
Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	51.07	25.33
Kacang Soya (<i>Glycine max</i> L.)	43.35	26.92
Kacang Lembu (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	15.29	34.84

PERBINCANGAN

Hasil pemerhatian bagi kedua-dua kaedah ujikaji iaitu kaedah pilihan dan kaedah tanpa pilihan telah menunjukkan keputusan yang hampir sama, iaitu *C. maculatus* lebih memilih untuk bertelur pada Kacang Lembu dan Kacang Hijau. Telur yang diletakkan pada permukaan Kacang Hijau dan Kacang Lembu juga mampu menetas dan serangga mampu berkembang menjadi

imago. Kajian juga mendapati *C. maculatus* juga meletakkan telur pada kacang jenis lain iaitu Kacang Soya, Kacang Merah dan Kacang Tanah, tetapi telur tidak menetas dan tidak dapat berkembang menjadi imago (Jadual 1 & 2). Penemuan kami ini adalah bersesuaian dengan hasil kajian oleh Rhada dan Susheela (2014) yang menyatakan bahawa penetasan maksimum telur *C. maculatus* berlaku pada Kacang Lembu dan Kacang Hijau serta tidak menetas dalam Kacang Merah. Giga (1987) juga menyatakan bahawa *C. maculatus* tidak dapat berkembang dengan jayanya pada Kacang Soya. Selain itu, Allali et al. (2020) mengatakan bahawa kesuburan serangga betina *C. maculatus* adalah tinggi pada perumah Kacang Lembu (*V. unguiculata*) berbanding *Vigna fava* dan *Phaseolus sativum*. Huis dan Rooy (1998) dalam kajian mereka turut menyatakan keputusan yang sama bahawa Kacang Lembu lebih disukai oleh *C. maculatus* untuk bertelur.

Kajian terdahulu melaporkan terdapat pelbagai faktor yang mempengaruhi kecenderungan kumbang betina *C. maculatus* dalam memilih perumah untuk bertelur. Hasil kajian kami adalah selaras dengan penemuan oleh Mansouri et al. (2022) di mana kami mendapati kandungan nutrisi kacang seperti protein dan karbohidrat memainkan peranan penting dalam mempengaruhi aktiviti pemilihan ini. Hal ini disebabkan kerana kandungan nutrisi pada setiap jenis kacang akan memberikan kesan yang berbeza terhadap kualiti imago seperti kadar penetasan, saiz dan jangka hayat kumbang (Srisakrapikoop et al. 2022). Semakin tinggi kandungan nutrisi biji benih kacang, semakin tinggi kadar penetasan telur dan jangka hayat kumbang tersebut. Bagi menyokong pernyataan ini, Lestari et al (2017) melalui kajiannya membuktikan bahawa Kacang Hijau adalah kaya dengan protein dan karbohidrat berbanding kacang jenis lain. Kandungan khasiat Kacang Lembu menjadikan ianya sesuai untuk pertumbuhan serangga *C. maculatus* kerana Kacang Lembu mengandungi mikronutrien seperti kalsium, zat besi dan fosforus (Ferdiansyah 2015). Walau bagaimanapun, kajian oleh Nisar et al. (2021) mendapati *C. maculatus* lebih suka bertelur pada Kacang Merah kerana ia mengandungi dua hingga tiga kali lebih banyak protein daripada kacang jenis lain. Kajian oleh Masyta et al. (2018) mendapati bahawa 100-gram tepung Kacang Merah mengandungi 375.28 kalori, 17.24g protein, 2.21g lemak, dan 71.08g karbohidrat.

Ketika tempoh bertelur, serangga betina akan memilih perumah yang terbaik supaya generasi seterusnya dapat membesar dan membiak dengan baik. Dalam kes ini, kandungan nutrien (protein dan karbohidrat) dalam Kacang Tanah adalah paling rendah jika dibandingkan dengan kacang jenis lain. Hal ini telah menjelaskan mengapa kumbang *C. maculatus* telah meletakkan bilangan telur yang rendah pada Kacang Tanah.

Penemuan ini memberikan maklumat tambahan berbanding kajian terdahulu yang hanya melaporkan sifat luaran kacang seperti saiz, ketebalan dan kekasaran kulit biji benih kacang yang mempengaruhi kecenderungan bertelur oleh kumbang betina *C. maculatus* (Kebe et al. 2020). Sebagai contoh, Nisar et al. (2021) dalam kajiannya menyatakan bahawa morfologi luaran biji kacang turut mempengaruhi pemilihan *C. maculatus* untuk bertelur. Kumbang spesies ini lebih memilih untuk bertelur pada kacang yang mempunyai biji yang licin dan berisi. Hal ini turut dipersetujui oleh Kellouche et al. (2004) dan Nwanze dan Horber (1976), di mana mereka mengatakan bahawa tekstur biji benih telah dikenal pasti sebagai faktor yang mempengaruhi *C. maculatus* dalam pemilihan tempat bertelur. Nwanze dan Horber (1976) turut menyatakan bahawa saiz, kekerasan dan bau biji benih kacang turut mempengaruhi kecenderungan kumbang *C. maculatus* untuk bertelur. Cope dan Fox (2003) turut bersetuju menyatakan bahawa saiz biji benih kacang memainkan peranan dalam pemilihan tempat bertelur di mana serangga lebih cenderung untuk bertelur pada biji benih kacang yang bersaiz besar. Walau bagaimanapun, Vir dan Jindal (1981) menyatakan bahawa sifat pemilihan

perumah untuk bertelur oleh serangga betina dewasa tidak akan menjamin kejayaan telur tersebut untuk menetas.

KESIMPULAN

Hasil kajian ini menunjukkan bahawa kandungan nutrisi yang terdapat dalam biji benih kekacang turut memainkan peranan penting dalam mempengaruhi sifat kecenderungan bertelur oleh kumbang betina *C. maculatus*. Maklumat ini sangat penting dan boleh digunapakai dalam aktiviti pengawalan perosak di gudang-gudang penyimpanan bijiran di mana kawalan yang lebih ketat mesti dilaksanakan di stor penyimpanan bijiran yang diketahui mengandungi protein dan karbohidrat yang tinggi. Kajian lanjut mengenai hubungkait berkenaan kualiti nutrisi dalam bijian kekacang dengan kitar hidup kumbang *C. maculatus* seperti jangka hayat, penentuan jantina dan tahap kesuburan perlu dilaksanakan pada masa hadapan bagi memastikan aktiviti kawalan perosak dapat dilaksanakan dengan efisien dan berkesan

PENGHARGAAN

Kami merakamkan penghargaan kepada semua staf makmal entomologi *Indonesia Spices and Medicinal Crops Research Institute* terutama Galih Perkasa dan Nurbeti Tarigan yang telah banyak membantu kami dalam menjalankan projek penyelidikan ini.

PERCANGGAHAN KEPENTINGAN

Tiada.

RUJUKAN

- Ahuchaogu, C.E. & Ojiako, F.O. 2020. Attraction of *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) to pods of cowpea plants at different developmental stages. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension* 19: 32-39.
- Allali, A., Rezouki, S., Boucheta, Y., Louaste, B., Nechad, I., Eloutassi, N. & Fadli, M. 2020. Effect of host seed species and seed coat on the biological parameters of *Callosobruchus maculatus*. *International Journal of Entomology Research* 5(4): 40-43.
- Beck, C.W. & Blumer, L.S. 2011. *A Handbook on Bean Beetles Callosobruchus maculatus*. Emory University: National Science Foundation.
- Cope, J.M. & Fox, J.W. 2003. Oviposition decision in the seed beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): Effects of seed size on super parasitism. *Journal of Stored Product Research* 39: 355-365.
- Devi, M.D. & Devi N.V. 2014. Biology and morphometric measurement of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* Fabr. (Coleoptera: Chrysomelidae) in green gram. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2(3): 74-76.
- Ekeh, F.N., Onah, I.E., Atama, C.I, Ivoke, N. & Eyo, J.E. 2013. Effectiveness of botanical powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in some stored leguminous grains under laboratory conditions. *African Journal of Biotechnology* 12: 1384-1391.
- Ferdiansyah, M.K. 2015. Kajian karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik makanan padat (food bars) dari tepung komposit umbi talas (*Colocasia esculenta*) dan kacang tunggak (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata*). *Jurnal Agrisains* 6: 49–60.
- Giga, D.P. 1987. Egg production and development of *Callosobruchus rhodesianus* (Pic) and *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) on several commodities at two different temperatures. *Journal of Stored Product Research* 23(1): 9-15.
- Huis, A.V. & Rooy, M.D. 1998. The effect of leguminous plant species on *Callosobrochus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its egg parasitoid *Uscana lariophaga* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Bulletin of Entomological Research* 88: 93-99.
- Kellouche, A., Soltanin, N. & Huignard, J. 2004. The reproductive activity and the offspring development of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *International Journal of Tropical Insect Science* 24(4): 304-310.
- Kebe, K., Alvarez, N. & Espindola, A. 2020. Oviposition choice and larval development of the seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) on three cowpea varieties. *Journal Stored Products Research* 86: 1-6
- Lestari, E., Kiptiah, M. & Apifah. 2017. Karakterisasi tepung kacang hijau dan optimasi penambahan tepung kacang hijau sebagai pengganti tepung terigu dalam pembuatan kue bingka. *Jurnal Teknologi Agro-Industri* 4(1): 20-34.

- Mahendran, K. & Mohan, S. 2002. Technology adoption, estimation of loss and farmers behavior in pulses storage. A study in Western Tamil Nadu. *Pestology* 26: 35-38.
- Mansouri, S.M., Naseri, B. & Bidar, F. 2022. Oviposition preference, population growth and digestive enzymatic function of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) on six legume grains. *Journal of Stored Products Research* 99: 102011.
- Masyta, K., Soeparyo, Rawung, D. & Assa, J.R. 2018. Pengaruh perbandingan tepung sagu (*Metroxylon* sp.) dan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik food bar. *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(2): 43-55.
- Nisar, M.S., Haq, I.U., Ramzan, H., Aljedani, D.M., Qasim, M., Islam, W. & Khan, K.A. 2021. Screening of different legumes for the developmental preference of *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae: Coleoptera). *International Journal of Tropical Insect Science* 41(3): 1-8.
- Nwanze, K.F. & Horber, E. 1976. Seed coats of cowpeas affect oviposition and larval development of *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Environmental Entomology* 5: 213-218.
- Rhada, R. & Susheela, P. 2014. Studies on the life history and ovipositional preference of *Callosobruchus maculatus* reared on different pulses. *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences* 2: 1-5.
- Rybak-Chmielewska, H. 2003. Honey. In Tomasik, P. (ed.). *Chemical and Functional Properties of Food Saccharides*, pp. 73-80. Boca Raton: CRC.
- Self, R. 2007. *Extraction of Organic Analytes From Foods: A Manual of Methods*. University of East Anglia, Norwich, UK: Royal Society of Chemistry.
- Shevkani, K., Singh, N., Chen, Y., Kaur, A. & Yu, L. 2019. Pulse proteins: Secondary structure, functionality and applications. *Journal of Food Science and Technology* 56: 2787-2798.
- Srisakrapikoop, U., Pirie, T.J., Holloway, G.J. & Fellowes, M.D. 2022. Differing effects of parental and natal hosts on the preference and performance of the stored product pests *Callosobruchus maculatus* and *C. analis*. *Journal of Stored Products Research* 95: 101923.
- Sukanata, I.K. 2014. Pencegahan serangga hama bruchus dengan penggunaan pestisida nabati. *Jurnal Agrijati* 26(1): 25-31.
- Vir, S. & Jindal, S.K. 1981. The oviposition and development of *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae) on different host species. *Bulletin of Grain Technology* 19: 180-184.