

Perbedaan Kerentanan dan Pertumbuhan Berbagai Jenis Biji Kacang Terhadap Serangan Kumbang *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) yang Dilakukan di Laboratorium

*(Differences in Susceptibility and Growth of Various Types of Bean Seeds to Attacks of The Beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) Carried Out in The Laboratory)*

Noval Tauhid Hidayatullah^{1*}, I Made Sutajaya¹, Ni Putu Sri Ratna Dewi¹, Sri Widayanti², Trijanti A. Widinni Asnan²

¹Program Studi Biologi, Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha

Jalan Udayana No.11 Kota Singaraja, Bali 81116

²SEAMEO BIOTROP, Bogor, Indonesia

Jalan Raya Tajur No.KM 6, RT.05/RW.05, Pakuan, Kec. Bogor Sel., Kota Bogor, Jawa Barat 16134

Penulis korespondensi: novaltauhidhidayatullah@gmail.com

Abstract

Post-harvest is an important stage that must be considered because of the potential losses that arise due to pest attacks during post-harvest. This study aims to determine the attack of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) beetles which cause differences in susceptibility in grains attacked by pests. This type of research is an environmental experimental study using a Completely Randomized Design (CRD). This research was conducted in two different places, namely the Entomology Laboratory and the Glasshouse. This study consisted of 10 treatments, namely 5 treatments of cowpea (A), mung bean (B), bogor bean (C), adzuki bean (D), and black bean (E) without infestation and 5 treatments with *C. maculatus* (F.) beetle infestation, with 3 replications each. This study used One Way Anova analysis of variance followed by the smallest significant difference (LSD) test at the alpha level of 0.05 which was used to determine the parameters observed, namely seed damage, percentage of seed weight loss, susceptibility index, and growth based on the wet weight of all parts of the plant in various beans. The results showed that there were significant differences in the percentage of seed damage, percentage of seed weight loss, seed vulnerability index with very susceptible and fairly resistant categories, and the wet weight of all parts of the peanut plant ($p < 0.05$). The study can contribute to the creation of regional regulations regarding the regulation of *C. maculatus* (F.) beetle pest control and be implemented by peanut farmers in calculating seed weight loss, the vulnerability index of stored peanuts and the growth of peanut plants against *C. maculatus* (F.) beetle pest attacks.

Keywords: *C. maculatus* (F.), Seed Damage, Seed Weight, Susceptibility Index, Fresh Weight

Abstrak

Pascapanen merupakan tahapan penting yang harus diperhatikan karena potensi kerugian yang muncul akibat serangan hama saat pascapanen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serangan hama kumbang *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) yang mengakibatkan perbedaan kerentanan pada biji-bijian yang terserang hama. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen lingkungan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu Laboratorium Entomologi dan *Glasshouse*. Penelitian ini menggunakan 10 perlakuan yaitu 5 perlakuan pemberian kacang tunggak (A), kacang hijau (B), kacang bogor (C), kacang adzuki (D), dan kacang hitam (E) tanpa infestasi dan 5 perlakuan dengan infestasi kumbang *C. maculatus* (F.), dengan jumlah ulangan masing-masing sebanyak 3 kali. Analisis data menggunakan analisis sidik ragam *One Way Anova* dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf alpha 0,05 yang digunakan untuk mengetahui parameter-parameter yang diamati yakni kerusakan biji, persentase penurunan berat biji, indeks kerentanan, dan pertumbuhan berdasarkan berat basah seluruh bagian tanaman pada berbagai kacang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan persentase kerusakan biji, persentase penurunan berat biji, indeks kerentanan biji dengan kategori sangat rentan dan cukup tahan, dan berat basah seluruh bagian tanaman kacang yang signifikan ($p < 0,05$). Penelitian ini dapat berkontribusi dalam pembuatan peraturan daerah mengenai regulasi pengendalian hama kumbang *C. maculatus* (F.) dan diimplementasikan oleh petani budidaya kacang dalam menghitung penurunan berat biji, indeks kerentanan dari kacang yang disimpan dan pertumbuhan tanaman kacang terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.).

Kata Kunci: *Callosobruchus maculatus* (F.), Kerusakan Biji, Berat Biji, Indeks Kerentanan, Berat Basah

PENDAHULUAN

Penyimpanan sebagai salah satu tahapan yang memiliki peran penting di dalam pengelolaan pascapanen dan hampir semua hasil pertanian terutama biji-bijian yang telah dipanen akan menjalani tahapan penyimpanan sebelum didistribusikan kepada konsumen. Pada tahap ini, biji-bijian mengalami deteriorasi atau penurunan mutu setelah dilakukan pemanenan. Fasilitas penyimpanan, pengetahuan dan pengalaman yang tidak memadai dalam manajemen pengelolaan pascapanen, menjadi tantangan utama bagi industri komoditas biji-bijian. Manajemen penyimpanan biji-bijian yang baik bertujuan untuk mencegah perkembangbiakan serangga di dalam fasilitas penyimpanan, memperpanjang umur simpan, dan mengurangi kerugian pascapanen pada biji-bijian selama penyimpanan (García-Mosqueda, dkk., 2019; Mapfeka, dkk., 2019; Navarro, dkk., 2016; Paul, dkk., 2020).

Biji-bijian merupakan salah satu produk pertanian yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan gizi manusia dan merupakan organisme hidup bersifat higroskopis yang dapat melakukan aktivitas respirasi. Respirasi pada biji selama penyimpanan inilah yang dapat menyebabkan hilangnya nilai nutrisi, metabolisme, dan parameter yang mengacu pada aktivitas fisiologis biji-bijian seperti viabilitas dan vigor, sedangkan perkembangan jamur dan serangga pada biji yang disimpan secara langsung akan mempercepat proses pembusukan biji (Balana, dkk., 2021; Bradford, dkk., 2018; Hu, dkk., 2022; Kostyukovsky, dkk., 2016; Suthar, dkk., 2019; Yu, dkk., 2015).

Serangga hama pada pascapanen dapat menjadi penyebab utama pada beberapa produk pertanian selama penyimpanan dengan berbagai spesies serangga. Berbagai produk pertanian akan mengalami kerugian secara kualitatif dan kuantitatif akibat serangga hama. Serangan hama yang berkembang di dalam penyimpanan juga dapat dikategorikan berdasarkan siklus perkembangan, yang dimulai dari fase telur, larva, pupa, hingga fase imago dan juga preferensi oviposisi atau ketertarikan dalam melakukan peneluran. Serangga yang menyerang kebanyakan berasal dari ordo Coleoptera dan ordo Lepidoptera, yang paling merusak baik di lapangan maupun

di fasilitas penyimpanan (Banga, dkk., 2020; Hiruy dan Getu, 2018b; Nayak dan Daglish, 2018; Said dan Pashte, 2015; Seetharamu, dkk., 2020).

Callosobruchus maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae) adalah serangga hama pertanian yang tersebar di seluruh wilayah tropis dan subtropis. Serangga ini dapat digolongkan sebagai hama primer, yang memakan biji-bijian dalam kondisi utuh. Sebagian besar kumbang ini terutama pada fase larva dapat menyerang bahan pangan berupa biji-bijian di penyimpanan. Biji tanaman kacang merupakan media pertumbuhan dan perkembangan yang sangat cocok bagi kehidupan kumbang *C. maculatus* (F.). Lingkungan yang sesuai dan jumlah biji kacang berada dalam jumlah yang cukup bagi keberlangsungan hidup serangga mengakibatkan tingginya kerusakan selama penyimpanan (Fernandez, dkk., 2014; Hakim dan Irhamni, 2019; Mainali, dkk., 2015; Nattudurai, 2017; Uyi dan Igbino, 2016).

Berbagai bentuk pengendalian telah dilakukan selama penyimpanan biji-bijian yaitu menggunakan bahan kimia sintetik yang bertujuan untuk menjaga kualitasnya selama penyimpanan, tetapi kandungan bahan kimia yang terkandung dapat masalah kesehatan bagi manusia, dapat menyebabkan resistensi dan resurgensi bagi serangga serta dapat mencemari lingkungan (Akinneye, dkk., 2018; Ayalew, 2020; Manandhar, dkk., 2018; Paul, dkk., 2020; Said dan Pashte, 2015; Seetharamu, dkk., 2020).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, secara genetik masing-masing varietas memiliki tingkat ketahanan atau kerentanan yang berbeda terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) yang terjadi pada varietas kacang kedelai. Rata-rata jumlah telur yang dihasilkan sebanyak 27,00 butir sedangkan jumlah telur yang menetas pada varietas whéwhé sebanyak 14,50 butir. Persentase imago yang muncul sebesar 75,29%, persentase kerusakan biji sebesar 29%, persentase penurunan berat biji sebesar 7,76%, median waktu perkembangan *C. maculatus* (F.) memiliki nilai terendah sebesar 30,79 dibandingkan dengan varietas lainnya. Indeks kerentanan dobie sebesar 13,18, yang dapat dikategorikan sangat rentan (Loko, dkk., 2022).

Penelitian lain dengan metode *choice*,

varietas pada kacang kedelai yang tergolong paling rentan yaitu varietas giza 3 sebesar 7,42 terhadap *C. maculatus* dan 10,25 terhadap *C. Chinensis*, sedangkan varietas yang tergolong tidak rentan yaitu giza 716 sebesar 6,14 terhadap *C. maculatus* dan 7,97 terhadap *C. Chinensis*. Pada metode *no choice*, varietas yang tergolong paling rentan terhadap *C. maculatus* yaitu nubaria 3 sebesar 7,30 dan giza 3 sebesar 6,65, sedangkan varietas yang tergolong paling rentan terhadap *C. chinensis* yaitu nubaria 5 sebesar 9,27 dan sakha 1 sebesar 9,18 (Loko, dkk., 2022; Osman, dkk., 2023). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kerentanan berbagai kekacangan terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) Selain itu, penelitian ini juga melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan berdasarkan berat basah tanaman ketika dilakukan penanaman biji kacang di lahan pertanian. Manfaat penelitian ini adalah dapat diimplementasikan dalam pembuatan peraturan daerah mengenai regulasi pengendalian hama kumbang *C. maculatus* (F.) berdasarkan indeks kerentanan dari setiap spesies tanaman kacang yang diteliti dan diimplementasikan oleh petani budidaya kacang dalam menghitung penurunan berat biji, indeks kerentanan dari kacang yang disimpan dan pertumbuhan tanaman kacang terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.).

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimen lingkungan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini dilaksanakan selama lima bulan, dimulai dari bulan September hingga bulan November 2023. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca digital, oven, *hand tally checker*, mikroskop, kamera *handphone*, aplikasi *AccuWeather*, neraca analitik, aplikasi *Microsoft Excel 2021*, aplikasi *SPSS (Statistical Product and Service Solution) versi 26*. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya adalah toples kaca, tampah, gelas plastik, kuas, jarum, pinset, pisau, penggaris, kerangka paralon yang digunakan dalam penyungkupan tanaman, lima spesies kacang (kacang tunggak, kacang hijau, kacang bogor, kacang adzuki dan kacang hitam) masing-masing perlakuan dan ulangan

sebanyak 40 g, kumbang *C. maculatus* (F.) 90 ekor (jantan + betina), kain kasa, karet gelang, kertas label, *insect net*, polybag, sekam bakar, dan tanah.

Persiapan Serangga Uji

Serangga yang digunakan dalam penelitian diambil dari stok pemeliharaan di Laboratorium Entomologi, SEAMEO BIOTROP, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat yang kemudian dilakukan *rearing* terlebih dahulu (perbanyakkan masal) hingga menghasilkan keturunan F1. Hasil keturunannya dilakukan infestasi sebanyak 90 ekor, masing-masing diberikan 3 pasang serangga pada berbagai spesies biji tanaman kacang yang ditumbuhkan.

Persiapan Penanaman Biji Kacang

Penanaman biji kacang yang ditumbuhkan dilakukan setelah biji kacang disimpan telah terinfestasi kumbang *C. maculatus* (F.) yang dilaksanakan di *Greenhouse*, SEAMEO BIOTROP. Tujuan penanaman kelima spesies kacang ini adalah untuk menumbuhkan biji kacang sebagai akibat dari serangan kumbang *C. maculatus* (F.) yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman berdasarkan berat basah pada akhir panen.

Pengukuran Persentase Kerusakan Biji

Pengukuran persentase kerusakan biji dilakukan setelah semua kacang disimpan dengan menghitung persentase kerusakan biji berdasarkan metode yang digunakan oleh Sharma dan Thakur, (2014a) adalah sebagai berikut.

$$\text{Persentase kerusakan} = [Nd / (Nd + Nu)] \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

Nd : Jumlah kacang rusak

Nu : Jumlah kacang yang tidak rusak

Pengukuran Persentase Penurunan Berat Biji

Pengukuran persentase penurunan berat biji pada masing-masing kacang dapat dihitung berdasarkan metode yang digunakan oleh Gwinner, dkk., (1996) adalah sebagai berikut.

$$\text{Susut Berat (SB)} = \frac{N_d W_u - W_d N_u}{(N_d + N_u) \times W_u} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

Nd : Jumlah biji kacang yang rusak

Nu : Jumlah biji kacang yang utuh

Wd : Berat biji kacang yang rusak
 Wu : Berat biji kacang yang utuh

Pengukuran Indeks Kerentanan Biji

Indeks kerentanan pada berbagai jenis biji kacang dapat dihitung berdasarkan rumus Dobie, (1974) adalah sebagai berikut.

$$\text{Indeks Kerentanan} = \frac{\text{Ln}(N)}{T} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

Ln : Log alami (Napier)

N : Jumlah keturunan F1

T : Median waktu perkembangan keturunan (hari dimana setengah dari keturunan muncul)

Adapun klasifikasi dari indeks kerentanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kerentanan

Indeks Kerentanan	Keterangan
0 s.d. 3	Tahan
4 s.d. 7	Cukup tahan
8 s.d. 10	Rentan
≥ 11	Sangat rentan

Pengukuran pertumbuhan tanaman kacang

Pengukuran ini dilakukan ketika biji kacang ditumbuhkan dengan mengamati hasil pertumbuhan tanaman kacang berdasarkan berat basah seluruh bagian tanaman kacang dengan menimbang berat basah seluruh bagian tanaman kacang.

Analisis Data

Data penelitian ini dianalisis secara statistik menggunakan aplikasi SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 26 for windows yaitu uji prasyarat meliputi uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (data berjumlah > 20), pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene Test* pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Uji hipotesis menggunakan uji *One Way Anova* pada taraf signifikansi 5% (0,05). Uji lanjut (*Post hoc Test*) menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dari hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Kerusakan Biji

Hasil rerata persentase kerusakan biji pada berbagai jenis kacang terhadap serangan

hama kumbang *C. maculatus* (F.) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Persentase Kerusakan Biji pada Berbagai Jenis Kacang yang Terserang Hama Kumbang *C. maculatus* (F.)

Perlakuan	Rerata dan SB
A	17,95 ± 6,84
B	12,09 ± 2,06
C	43,60 ± 6,48
D	24,65 ± 3,76
E	6,70 ± 2,53

Berdasarkan Tabel 2 mengenai hasil rerata persentase kerusakan biji pada berbagai jenis biji kacang yang terserang hama kumbang *C. maculatus* (F.) yang disimpan selama 60 hari didapatkan bahwa pada perlakuan kacang *V. subteranea* (C) memiliki nilai rerata tertinggi sebesar 43,60 ± 6,48% dan perlakuan kacang *V. mungo* (E) memiliki nilai rerata terendah sebesar 6,70 ± 2,53% serta pada kontrol atau tanpa infestasi serangga, masing-masing memiliki nilai rerata sebesar 0 %.

Hal tersebut dapat menjelaskan bahwa kerusakan biji sangat bergantung pada jumlah kemunculan *C. maculatus* (F.) dewasa pada berbagai biji. Dengan demikian, semakin tinggi jumlah kemunculan keturunan F1 pada suatu jenis kacang tertentu, maka semakin tinggi pula kerusakan dari jenis kacang (Badii, dkk., 2013B; Torres, dkk., 2016). Kerusakan yang ditimbulkan oleh *C. maculatus* (F.) mengikuti pola kemunculan serangga. Hal ini menegaskan temuan dari penelitian serupa Amusa, dkk., (2013) dan Mogbo, dkk. (2014) bahwa *C. maculatus* mempunyai kemampuan menyebabkan kerusakan parah pada berbagai biji kacang.

Persentase kerusakan biji tertinggi yang terdapat pada kacang bogor yang memiliki warna lebih gelap yang serupa dengan penelitian Muhammad, dkk., 2021 yang menyatakan bahwa persentase kerusakan biji tertinggi terdapat pada kacang bogor warna merah (Mai bargo) sebesar 61,7% dan warna hitam (burobu) sebesar 57%. *C. maculatus* memilih kulit biji yang lebih gelap untuk melakukan penetrasian. Kondisi permukaan yang lebih gelap ini juga dapat menjelaskan kemunculan imago dewasa yang lebih tinggi yang tercatat antara kacang bogor berwarna merah dan kacang bogor berwarna hitam. Reaksi *C. maculatus* untuk lebih menyukai warna kulit biji kacang bogor yang didukung

oleh penelitian lainnya yang berpendapat bahwa serangga memiliki preferensi terhadap warna (Habiba dan Nukenine, 2014).

C. maculatus (F.) memilih tempat oviposisi pada warna kulit biji yang lebih gelap dibandingkan dengan warna kulit biji yang lebih terang dikarenakan kumbang tersebut menggunakan teknik ini sebagai strategi untuk kelangsungan hidup anakan atau yang baru menetas. Selain itu, permukaan yang lebih gelap merupakan pemancar panas yang lebih baik dibandingkan permukaan yang terang, yang juga dianggap sebagai penyerap panas yang lebih baik. Oleh karena itu, telur yang diletakkan pada kulit berwarna gelap memiliki kondisi inkubasi yang lebih sehat sehubungan dengan kehangatan yang diperlukan untuk daya tetas telur yang lebih baik (Mofunanya dan Namgbe, 2016).

Selain itu, kandungan nutrisi pada kacang bogor juga menjadi faktor terjadinya kerusakan. Kandungan lemak total pada kacang bogor memiliki nilai tertinggi di antara jenis kacang lainnya yaitu berkisar antara 1 sampai dengan 12 per 100 gram. Pada penelitian ini, kacang bogor memiliki tingkat persentase kerusakan yang paling tinggi, tetapi jumlah populasi yang paling rendah yaitu berjumlah 92 individu. Hal ini serupa dengan pernyataan Iqbal, dkk. (2019) yang menyatakan bahwa kandungan lemak berkorelasi positif dengan persentase kerusakan, namun berkorelasi negatif dengan masa dewasa dan periode perkembangan. Kandungan lemak yang lebih tinggi pada biji-bijian, membuat kerusakan pada biji-bijian semakin meningkat tetapi masa pertumbuhan dan perkembangan dewasa menjadi menurun. Kandungan karbohidrat pada kacang bogor juga memiliki nilai tertinggi yang berkisar antara 55 sampai dengan 71 per 100 gram. Kandungan karbohidrat mempunyai korelasi positif yang signifikan dengan kerusakan dan kemunculan dewasa dan keduanya signifikan secara statistik tetapi tidak menunjukkan hubungan dengan masa perkembangan. Hal ini menunjukkan bahwa biji-bijian dengan karbohidrat tinggi menunjukkan kerusakan yang tinggi dan pertumbuhan dewasa yang lebih tinggi tetapi tidak mempengaruhi masa perkembangan.

Rendahnya kerusakan pada kacang hitam (*V. mungo*) disebabkan oleh karakter fisik yang terdapat pada kacang tersebut, diantaranya adalah panjang biji yang kecil dan tidak lebar, membuat perkembangan kumbang *C.*

maculatus menjadi resisten atau dianggap kurang rentan. Temuan ini didukung oleh Sreedhar, dkk. (2020), yang melaporkan bahwa kacang tanah dengan panjang dan lebar mendorong perkembangan kumbang kacang tanah, *Caryedon serratus* dan memiliki korelasi positif dengan indeks kerentanan, persen penurunan berat biji, dan persentase kerusakan. Tanggapan serupa terhadap panjang, lebar, ukuran, dan warna kacang hitam oleh kumbang telah dilaporkan oleh Parmar dan Patel, (2016).

Kandungan kimia pada biji merupakan faktor yang juga menyebabkan kerusakan pada biji selain karakteristik fisik dari biji. Kandungan kimia yang terkandung di dalamnya ini yang membuat serangga tidak dapat melakukan aktivitas makan dan berkembangbiak. Faktor kimia yang menyebabkan resistensi terhadap hama penyimpanan antara lain arcelin di kotiledon, tanin pada kulit biji, dan fitohemagglutinin (PHA) pada biji termasuk penghambat α -amilase. Pada penelitian Ragul, dkk., (2022) mengidentifikasi dua senyawa biokimia aktif yang membedakan antara kacang hitam (*V. mungo* (L.) Hepper) toleran pada genotipe TU 68 dan rentan pada genotipe MDU 1 menggunakan analisis kromatografi GC-MS yang menyatakan bahwa pada genotipe TU 68 memiliki senyawa 9, 12, 15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z, Z, Z) ($C_{21}H_{36}O_4$) dengan waktu retensi 26,13 menit mempunyai luas puncak yang lebih tinggi sebesar 12,79% dibandingkan dengan genotipe MDU 1 yang memiliki luas puncak sebesar 1,96%. Selain itu, terdapat senyawa lain yaitu asam heksadekanoat, 2-hidroksi-1-(hidroksil metil) etil ester ($C_{19}H_{38}O_4$) dengan waktu retensi 23,49 menit yang hanya ditemukan pada genotipe toleran TU 68 dengan luas puncak 8,63% namun tidak ditemukan pada genotipe sangat rentan MDU 1. Gnanavel dan Saral (2013) dan Tayade, dkk. (2013) melaporkan bahwa kedua senyawa ini mempunyai sifat insektisida. Oleh karena itu senyawa kimia ini bertanggung jawab terhadap keterlambatan kemunculan dan waktu periode perkembangan yang sangat lama pada kacang hitam (E).

Persentase Penurunan Berat Biji

Hasil rerata persentase penurunan berat biji pada berbagai jenis kacang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rerata Persentase Penurunan Berat Biji pada Berbagai Jenis Kacang yang Terserang Hama Kumbang *C. maculatus* (F.)

Perlakuan	Rerata dan Simpangan Baku (SB)
A	2,76 ± 0,92
B	2,07 ± 0,50
C	6,51 ± 1,27
D	3,26 ± 1,41
E	1,09 ± 0,57

Berdasarkan Tabel 3 mengenai hasil rerata persentase penurunan berat biji pada berbagai jenis biji kacang yang terserang hama kumbang *C. maculatus* (F.) disimpan selama 60 hari dapat diketahui bahwa pada kelompok perlakuan kacang *V. subterannea* (C) memiliki nilai rerata tertinggi sebesar 6,51 ± 1,27% dan perlakuan kacang *V. mungo* (E) memiliki nilai rerata terendah sebesar 1,09 ± 0,57% dan pada kelompok kontrol atau tanpa infestasi serangga masing-masing memiliki nilai rerata sebesar 0%. Hal ini menjelaskan bahwa penurunan berat biji terjadi karena posisi bertelur bergantung pada ketersediaan inang, dan dipengaruhi oleh berbagai mekanisme antixenosis, termasuk karakteristik fisik (ukuran dan tekstur kulit biji) dan kandungan kimia pada biji tersebut (Tripathi, dkk. 2015, Tripathi, dkk. 2017).

Indeks Kerentanan

Hasil rerata indeks kerentanan pada berbagai jenis kacang terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rerata Indeks Kerentanan Biji pada Berbagai Jenis Kacang yang Terserang Hama Kumbang *C. maculatus* (F.)

Perlakuan	Rerata dan Simpangan Baku (SB)	Kategori
A	11,27 ± 3,36	Sangat rentan
B	16,01 ± 0,66	Sangat rentan
C	11,09 ± 1,19	Sangat Rentan
D	12,97 ± 0,80	Sangat Rentan
E	7,23 ± 1,05	Cukup Tahan

Berdasarkan Tabel 4 mengenai hasil rerata indeks kerentanan biji pada berbagai jenis kacang yang terserang hama kumbang *C. maculatus* (F.) selama penyimpanan 60 hari dapat diketahui bahwa pada kelompok

perlakuan kacang *V. radiata* (B) memiliki indeks kerentanan tertinggi sebesar 16,01 ± 0,66, yang kemudian diikuti pada perlakuan *V. angularis* (D) sebesar 12,97 ± 0,80, perlakuan kacang *V. unguiculata* (A) sebesar 11,27 ± 3,36, perlakuan kacang *V. subterranea* (C) sebesar 11,09 ± 1,19, masing-masing memiliki indeks kerentanan berkategori sangat rentan, dan pada perlakuan kacang *V. mungo* (E) memiliki indeks kerentanan terendah sebesar 7,23 ± 1,05 dengan kategori cukup tahan, sedangkan pada kelompok kontrol yang tidak diinfestasi serangga masing-masing sebesar 0,00 ± 0,00.

Berdasarkan pengamatan pada penelitian ini, kacang hijau (B), kacang adzuki (D), kacang tunggak (A), dan kacang bogor (C) tergolong sangat rentan sedangkan pada kacang hitam (E) tergolong cukup tahan. Masa perkembangan *C. maculatus* (F.) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk berkembang yang dimulai dari tahap telur hingga menjadi imago dewasa. Lamanya periode ini berdasarkan beberapa faktor pendukung. Sifat substrat, suhu dan kelembaban relatif merupakan beberapa faktor yang dapat memengaruhi masa perkembangan *C. maculatus* (Osman, dkk., 2015). Substrat yang sesuai memudahkan waktu perkembangan serangga, ketika *C. maculatus* dipelihara dalam suhu dan kelembaban relatif yang disukai, jumlah hari untuk menyelesaikan perkembangan serangga ditentukan oleh inang yang disukai. Dalam situasi yang mempertimbangkan suhu dan kelembaban relatif, preferensi inang ditentukan berdasarkan waktu perkembangan kumbang hingga dewasa (Osman, dkk., 2015). Dari data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, kacang hitam (E) dengan jumlah rerata 52,67 hari memberikan pengaruh positif terhadap periode perkembangan kumbang dengan menunda jumlah hari yang dibutuhkan untuk kemunculan setelah oviposisi. Selain masa perkembangan yang rendah, rata-rata kemunculan keturunan tertinggi terjadi pada kacang hijau (B) sebanyak 129,33 ekor dengan rerata periode perkembangan selama 30,33 hari, kacang tunggak (A) sebanyak 63,33 ekor dengan rerata periode perkembangan selama 38,17 hari, kacang adzuki (D) sebanyak 62,33 ekor dengan rerata periode perkembangan selama 31,83 hari dan pada kacang bogor memiliki jumlah populasi sebanyak 32 ekor dengan rerata

periode perkembangan selama 31 hari. Pengamatan ini menunjukkan bahwa kacang tersebut memiliki endosperma dan kulit biji yang lebih lembut dan lebih disukai oleh kumbang *C. maculatus* (F.). Hal ini juga menunjukkan bahwa jenis kacang tersebut memiliki kandungan kimia atau sifat insektisida yang lebih sedikit atau tidak sama sekali, yang dapat menghambat masa perkembangan serangga.

Berat Basah Tanaman

Hasil rerata pertumbuhan berdasarkan berat basah seluruh bagian tanaman pada berbagai jenis kacang yang dikembangkan terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rerata Berat Basah Seluruh Bagian Tanaman pada Berbagai Jenis Biji Kacang yang Dikembangkan terhadap Serangan Hama Kumbang *C. maculatus* (F.)

Perlakuan	Rerata dan Simpangan Baku (SB)
KA	1,40 ± 0,37
KB	0,73 ± 0,39
KC	1,20 ± 0,28
KD	0,16 ± 0,07
KE	0,54 ± 0,13
A	0,49 ± 0,80
B	0,02 ± 0,01
C	0,32 ± 0,23
D	0,40 ± 0,12
E	0,05 ± 0,02

Berdasarkan Tabel 5 mengenai hasil rerata pertumbuhan berdasarkan berat basah seluruh bagian tanaman pada berbagai jenis biji kacang yang dikembangkan terhadap serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) setelah dilakukan penyimpanan selama 60 hari dapat diketahui bahwa pada kelompok perlakuan (infestasi serangga) memiliki rerata tertinggi pada perlakuan kacang *V. unguiculata* (A) sebesar 0,49 ± 0,80 gram dan pada perlakuan kacang *V. radiata* (B) memiliki nilai rerata terendah sebesar 0,02 ± 0,01 gram sedangkan pada kelompok kontrol atau tanpa infestasi serangga memiliki nilai rerata tertinggi pada perlakuan *V. unguiculata* (KA) sebesar 1,40 ± 0,37 gram dan pada perlakuan kacang *V. angularis* (KD) memiliki nilai rerata terendah

sebesar 0,16 ± 0,07 gram.

Larva kumbang *C. maculatus* (F.) memakan sebagian besar endosperma dan dapat membunuh embrio biji, yang kemudian tidak dapat berkecambah (Beck dan Blumer, 2014). Kegagalan perkecambahan biji disebabkan oleh masuknya mikroorganisme dari lubang yang dibuat oleh kumbang *C. maculatus* (F.). Hasil serupa ditemukan oleh Jha, dkk., (2014), yang melaporkan bahwa penurunan perkecambahan kultivar gandum disebabkan oleh infeksi kumbang padi. Pada tanaman kacang polong (*Pisum sativum* L.), dengan varietas berbeda yang dirusak oleh kumbang kacang polong (*B. pisorum*) memiliki daya kecambah yang buruk (Nikolova, 2016).

Menurut Almogdad, dkk., (2023), menunjukkan bahwa panjang, berat tunas dan akar pada biji yang rusak memiliki ukuran lebih rendah dibandingkan biji yang tidak rusak. Konsumsi unsur hara pada biji yang rusak dapat memperlambat proses dimulainya perkembangan tanaman (Nikolova dan Georgieva, 2015). Rendahnya panjang, berat pucuk dan berat akar disebabkan oleh kemampuan kotiledon untuk mengurangi guncangan serangan. Hal ini didukung dengan indeks vigor tunas dan akar yang jauh lebih tinggi pada biji yang tidak rusak dibandingkan benih rusak. Hasil serupa juga ditemukan oleh Nikolova, (2016) yang melaporkan bahwa tanaman kacang polong yang ditanam dari biji yang dirusak oleh *B. pisorum* memiliki vigor yang lebih rendah dibandingkan dengan biji yang tidak rusak. Kerusakan yang disebabkan oleh serangan kumbang *C. maculatus* (F.) diduga dapat berkaitan dengan berkurangnya kekuatan tunas dan akar serta kemampuan berkecambah.

Kegagalan biji berlubang untuk berkecambah disebabkan oleh ketidakmampuan biji dalam menyerap air yang cukup karena kotiledon biji telah hancur dimakan oleh instar larva. Pada proses perkecambahan biji diawali dengan proses imbibisi yaitu kemampuan biji dalam menyerap air yang dibutuhkan dalam proses perkecambahan yang bergantung pada komposisi biji dan faktor lainnya. Komponen utama biji yang bertanggung jawab atas proses imbibisi adalah protein. Protein adalah ion *zwitter* yang menunjukkan muatan negatif dan positif yang menarik molekul air polar bermuatan tinggi. Pati seperti amilase memiliki sedikit afinitas terhadap air sedangkan lemak

tidak memiliki afinitas terhadap air. Akumulasi lemak yang tinggi pada biji merupakan indikasi tingginya proses respirasi di dalam biji sehingga menyebabkan hilangnya energi untuk berkecambah yang dapat menyebabkan penurunan viabilitas dan vigor biji (Tresniawati, dkk., 2014). Pemberian berbagai jenis kacang pada tahap larva pada kotiledon diduga telah mengurangi komponen-komponen yang membantu imbibisi sehingga kegagalan untuk berkecambah bahkan pada kondisi yang sesuai (kelembapan, suhu dan oksigen yang memadai) (Ojumoola dan Adesiyun, 2015).

Setelah imbibisi air oleh biji, enzim yang sebelumnya tidak diaktifkan, yang dapat berfungsi memecah senyawa yang mengandung gula di dalam kotiledon untuk menghasilkan molekul energi seperti ATP yang diperlukan dalam kemunculan radikula. Oleh karena itu, aktivitas larva yang memakan kotiledon dapat menyebabkan berkurangnya jumlah molekul energi yang terkandung di dalamnya, akibatnya biji mampu menghasilkan radikula setelah imbibisi tetapi tidak mampu menghasilkan epikotil dan daun primer karena energi yang dihasilkan tidak cukup untuk mendorong pertumbuhan bagian-bagian terakhir tersebut. Hal ini dapat menjelaskan tingkat perkecambahan berdasarkan kemunculan radikula dan rendahnya hingga nihil perkecambahan berdasarkan kemunculan daun primer yang diamati pada biji berlubang (Ojumoola dan Adesiyun, 2015)

KESIMPULAN

Serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) mengakibatkan perbedaan kerentanan berdasarkan persentase kerusakan biji yang signifikan pada berbagai jenis kacang yang dikembangkan. Persentase kerusakan biji tertinggi terdapat pada kacang bogor sebesar $43,60 \pm 6,48\%$ dan persentase kerusakan biji terendah terdapat pada kacang hitam sebesar $6,70 \pm 2,53\%$. Serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) mengakibatkan perbedaan kerentanan berdasarkan persentase penurunan berat biji yang signifikan pada berbagai jenis kacang yang dikembangkan. Persentase penurunan berat biji tertinggi terdapat pada kacang bogor sebesar $6,51 \pm 1,27\%$ dan persentase penurunan berat biji terendah terdapat pada kacang hitam

sebesar $1,07 \pm 0,58\%$.

Serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) mengakibatkan perbedaan kerentanan berdasarkan indeks yang signifikan pada berbagai jenis biji kacang yang dikembangkan. Indeks kerentanan tertinggi terdapat pada kacang hijau sebesar $16,01 \pm 0,66$ dan indeks kerentanan terendah terdapat pada kacang hitam sebesar $7,23 \pm 1,05$. Serangan hama kumbang *C. maculatus* (F.) mengakibatkan perbedaan pertumbuhan berdasarkan berat basah tanaman yang signifikan pada berbagai jenis biji kacang yang dikembangkan. Berat basah seluruh bagian tanaman tertinggi terletak pada kacang tunggak sebesar $0,49 \pm 0,80$ gram dan berat basah terendah terletak pada kacang hijau sebesar $0,02 \pm 0,01$ gram.

Penelitian ini dapat berimplikasi terhadap hasil panen yang disimpan, dengan menggunakan strategi pengendalian hama berdasarkan tingkat kerentanan pada berbagai jenis atau varietas kacang dan juga periode waktu perkembangan serangga sehingga diharapkan penyimpanan biji kacang tidak terlalu lama dalam menyimpannya. Penelitian ini disarankan untuk diteliti lebih lanjut terkait studi resistensi berdasarkan bahan kimia atau senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam tanaman dan kemampuan mekanisme resistensi tanaman terhadap serangan hama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktur SEAMEO BIOTROP, Dr. Zulhamsyah Imran, P.hD., yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini dan juga untuk kedua orang tua saya yang selalu memberikan doa dan dukungannya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Akinneye, J.O., Adedolapo, A., and Adesina, F.P. 2018. Quantification of Organophosphate and Carbamate Residue on Stored Grains in Ondo State, Nigeria. *Journal of Biology and Medicine*. 2(1): 1–6. <https://doi.org/10.17352/jbm.000003>

- Amusa, O.D., Ogunkanmi, A.L., Bolarinwa, and Ojobo, O. 2013. Evaluation of Four Cowpea Lines for Bruchid (*Callosobruchus maculatus*) Tolerance. *Journal of Natural Science Research*. 3 (13): p 46–52.
- Ayalew, A.A. 2020. Insecticidal activity of Lantana Camara Extract Oil on Controlling Maize Grain weevils. *Toxicology Research and Application*. 4: p 1–10. <https://doi.org/10.1177/2397847320906491>
- Balana, B.B., Aghadi, C.N., and Ogunniyi, A.I. 2021. Improving livelihoods through postharvest loss management: Evidence from Nigeria. *Food Security*. 14: p 249–265. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01196-2>
- Banga, K.S., Kumar, S., Kotwaliwale, N., and Mohapatra, D. 2020. Major Insects of Stored Food Grains. *International Journal of Chemical Studies*. 8(1): p 2380–2384. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1aj.8624>
- Bradford, K.J., Dahal, P., Van Asbrouck, J., Kunusoth, K., Bello, P., Thompson, J., and Wu, F. 2018. The dry chain: Reducing postharvest losses and improving food safety in humid climates. *Trends in Food Science and Technology*. 71: 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.002>
- Dobie, P. 1974. The Laboratory Assessment of The Inherent Susceptibility of Maize Varieties to Post-Harvest Infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 10: p 183 – 197. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.671202>
- Fernandez, T.T., De Sa, L.F., and Riberio, E. 2014. Effects of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) Seed Coat on Embryonic and Larvae Development of Cowpea Weevil *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal Insect Physiology*. 60: p 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2013.10.004>
- García-Mosqueda, C., Salas-Araiza, M.D., Cerón-García, A., Estrada-García, H.J., Rojas-Laguna, R., and Sosa-Morales, M.E. 2019. Microwave heating as a post-harvest treatment for white corn (*Zea mays*) against *Sitotroga cerealella*. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*. 53(3): p 145 – 154. <https://doi.org/10.1080/08327823.2019.1643651>
- Gwinner, J., Harnisch, R., and Mück, O. 1996. Manual of The Prevention of Post-Harvest Grain Losses. Manual of The Prevention of Post-Harvest Grain Losses. <https://bit.ly/3F7ugRx>
- Hakim, L., dan Irhamni. 2019. “Ketertarikan Serangga Gudang *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae) Pada Cahaya Lampu di Penyimpanan”. *Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Universitas Serambi Mekah*. 2(1): p 376–383.
- Hiruy, B., and Getu, E. 2018b. Insect Pests Associated to Stored Maize and Their Bio Rational Management Options in Sub-Sahara Africa. *International Journal of Academic Research and Development*. 3(1): 741–748.
- Hu, Q.H., Yuan, C.H., and Li, X.L. 2022. Green grain warehousing: Bibliometric analysis and systematic literature review. *Environmental Science Pollution Research*. 29: p 43710–43731. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20129-w>
- Kostyukovsky, M., Trostanetsky, A., and Quinn, E. 2016. Novel Approaches for Integrated Grain Storage Management. *Israel Journal Plant Science*. 63: p 7–16.

- <https://doi.org/10.1080/07929978.2016.1159410>
- Loko, Y.LE., Toffa, J., Orobiyi, A., Dassou, G.A., Okpeicha, R., Gavoeo, D., and Dansi, A. 2022. Effects of Seed Physical Characteristics of Benin Soybean Germplasm on their Resistance to *Callosobruchus maculatus Fabricius* (Coleoptera: Bruchidae). *Sarhad Journal of Agriculture*. 38(4): p 1468–1477. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2022/38.4.1468.1477>
- Mainali, B.P., Kim, H.J., Part, C.G., Yoon, Y.N., and Lee, Y.H. 2015. Interactive Effect of Temperature and Relative Humidity on oviposition and development of *Callosobruchus chinensis* (Lin.) on Azuki Bean. *Journal of Stored Product Reseach*. 63: p 57-50. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.05.008>
- Manandhar, A., Milindi, P., and Shah, A. 2018. An Overview of The Post-Harvest Grain Storage Practices of Smallholder Farmers in Developing Countries. *Agriculture*. 8(4): p 1–21. <https://doi.org/10.3390/agriculture8040057>
- Mapfeka, R.F., Mandumbu, R., Zengeza, T., Kamota, A., Masamha, B., Marongwe, F.D., Mutsamba-Magwaza, E.F., Nyakudya, E., and Nyamadzawo, G. 2019. Postharvest cereal structures and climate change resilience in rural Zimbabwe: A review. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*. 6(4): 257–275. <https://doi.org/10.1504/IJPTI.2019.106460>
- Muhammad, I., Abdullahi, N., Musa, I., Gambo, B.Z., and Adamu, A.A. 2021. Effect of Cowpea Seed Beetle (*Callosobruchus maculatus*) Infestation on Selected Landraces of Bambara Groundnut During Storage. *Bioremediation Science and Technology Research*. 9(2): p 31–34.
- <https://doi.org/10.54987/bstr.v9i2.624>
- Nattudurai, G., Arulvasu, C., and Baskar, K. 2017. Indigenous Knowledge in Stored Product Pests Management. *Entomology, Ornithology & Herpetology*. 6(2): 1000e127.
- Navarro, Shlomo., and Navarro, H. 2016. Emerging Global Technological Challenges in The Reduction of Postharvest Grain Losses. In S Navarro, D. Jayas, and K. Alagusundaram (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products*. p 259–265.
- Nayak, M.K., Darglish, G.J., Phillips, T.W., and Ebert, P.R. 2020. Resistance to the Fumigant Phospine and its Management in Insect Pests of Stored Products: A Global Perspective. *Annual Review Entomology*. 65: p 335–350. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025047>
- Paul, A., Radhakrishnan, M., Anandakumar, S., Shanmugasundaram, S., and Anandharamakrishnan, C. 2020. Disinfestation techniques for Major Cereals: A Status Report. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 19(3): p 1125-1155. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12555>
- Ragul, S., Manivannan, N., Iyanar, K., Ganapathy, N., and Karthikeyan, G. 2022. Screening and Biochemical Analysis on Blackgram Genotypes for Resistance against Storage Pest Bruchine [*Callosobruchus maculatus* (F.)]. *Legume Research - an International Journal*. 45(3): p 371–378. <https://doi.org/10.18805/LR-4528>
- Said, P.P., and Pashte, V.V. 2015. Botanicals: The Protectants of Stored Grains Pests. *Trends in Biosciences*.

- 8(15): 3750–3755.
- Sharma, S. and D.R. Thakur. 2014a. Comparative Developmental Compatibility of *Callosobruchus maculatus* on Cowpea, Chickpea and Soybean Genotypes. *Asian Journal of Biological Sciences*. 7(6): p 270–276. <https://doi.org/10.3923/ajbs.2014.270.276>
- Suthar, R.G., Barrera, J.I., Judge, J., Brecht, J.K., Pelletier, W., and Munepeerakul, R. 2019. Modeling Postharvest Loss and Water and Energy Use in Florida Tomato Operations. *Postharvest Biology and Technology*. 153: p 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.004>
- Uyi, O.O., and Igbino, O.G. 2016. Repellence and Toxicological Activity of the Root Powder of an Invasive Alien Plant, *Chromolaena odorata* (L.) (Asteraceae) Against *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Animal Research International*. 13(3): p 2510-2517.
- Yu, W., Elleby, C., and Zobbe, H. 2015. Food security policies in India and China: Implications for national and global food security. *Food Security*. 7: p 405–414. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0432-2>

