

Vol. 13 No. 1, Bulan Maret Tahun 2025

Pengaruh Jenis Tepung pada Infestasi *Tribolium castaneum* terhadap Mortalitas Imago, Indeks pertumbuhan, dan Susut Bobot Pakan

Puteri Irsyad Sudjani, Sugiarto, dan Lutfi Afifah

Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia
lutfiafifah@staff.unsika.ac.id

(Received: Sep-10- 2024; Accepted: Oct-16-2024; Published: Mar-30- 2025)

ABSTRACT

Tribolium castaneum is one of the post-harvest pests that can thrive on flour in food storage, processing facilities, and flour mills. This research aims to know the survival of *T. castaneum* on various types of flour concerning adult mortality, growth index, and feed weight loss caused by *T. castaneum* infestation. This research used single factor Completely Randomized Design (CRD) consisting of 5 treatments with 5 replications: wheat flour (control), black glutinous rice flour, canary seed flour, cricket flour, and groundnut flour. The observed variables were temperature and humidity, adult mortality, growth index, and feed weight loss. The results showed that flour's differences significantly affect adult mortality, growth index, and feed weight loss. The highest mortality was observed in cricket flour (9,33%), while the lowest mortality was in wheat flour (control) at (0,00%) and canary seed flour (1,33%). The highest growth index was found in canary seed flour (7,73%), while the lowest growth index was in cricket flour (1,80%). The greatest feed weight loss was recorded in canary seed flour (9,30 g), and the lowest weight loss was in groundnut flour (3,04 g).

Keywords: Flour, Stored pest; *Tribolium castaneum*

ABSTRAK

Tribolium castaneum adalah salah satu hama pascapanen yang dapat berkembang pada tepung di fasilitas penyimpanan, pengolahan makanan dan pabrik tepung. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memahami kelangsungan hidup *T. castaneum* pada berbagai macam tepung yang berkaitan dengan mortalitas imago, indeks pertumbuhan dan penyusutan bobot pakan yang diakibatkan oleh serangan *T. castaneum*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 ulangan: tepung terigu (kontrol), tepung ketan hitam, tepung biji kenari, tepung jangkrik, tepung kacang tanah. Variabel yang diamati dalam penelitian adalah suhu dan kelembapan, mortalitas imago, indeks pertumbuhan, dan susut bobot pakan. Hasil penelitian memperlihatkan perbedaan tepung berpengaruh nyata terhadap mortalitas imago, indeks pertumbuhan, dan susut bobot pakan. Mortalitas tertinggi terdapat pada tepung jangkrik sebesar (9,33%) dan mortalitas terendah terdapat pada tepung terigu (kontrol) sebesar (0,00%) dan tepung biji kenari sebesar (1,33%). Indeks pertumbuhan tertinggi terdapat pada tepung biji kenari sebesar (7,73%) dan indeks pertumbuhan terendah terdapat pada tepung jangkrik sebesar (1,80%). Susut bobot pakan tertinggi terdapat pada tepung biji kenari sebesar (9,30 g) dan susut bobot terendah terdapat pada tepung kacang tanah sebesar (3,04 g)

Keywords: Tepung, Hama gudang; *Tribolium castaneum*

PENDAHULUAN

Penyimpanan produk pertanian adalah aspek yang penting dilakukan dalam penanganan pascapanen. Upaya penyimpanan produk salah satunya mempunyai tujuan guna menjaga kualitas dan kuantitas (Putri *et al.*, 2017). Penurunan berat atau mutu dapat disebabkan oleh berkurangnya berat bahan

akibat dimakan serangga dan adanya bagian bahan yang tidak layak dikonsumsi akibat serangan serangga. Penyebab utama penurunan berat bahan adalah serangan serangga di gudang penyimpanan (Haryadi, 2010). Dampak kerugian produk pascapanen karena serangan hama diestimasikan mencapai 10% sehingga diperlukan teknik penyimpanan yang baik



untuk mempertahankan kualitas dan kuantitas produk yang disimpan (Wagiman, 2019).

Tepung merupakan suatu produk yang diperoleh dari pengolahan suatu komoditas pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pengolahan produk makanan (Sumarlan dan Ariyanti, 2017). Mutu produk tepung bergantung pada beberapa faktor seperti kualitas bahan baku produksi tepung, penanganan tepung selama berbagai tahap produksi, tingkat kelembapan udara sekitar proses produksi, lokasi penyimpanan yang spesifik, tipe pengemasan serta bahan pengemas yang digunakan untuk menjaga mutu tepung (Nurani dan Yuwono, 2014). Salah satu kemungkinan penyebab hilangnya produk tepung selama penyimpanan adalah infestasi serangga. Telur serangga dapat bertahan dari proses penggilingan dan terdapat dalam tepung yang sudah berkualitas tinggi (Putri *et al.*, 2022). Salah satu serangga yang dapat berkembang pada tepung di fasilitas penyimpanan, pengolahan makanan dan pabrik tepung adalah *T. castaneum*.

Infestasi *T. castaneum* mengakibatkan tepung terkontaminasi oleh *benzoquinone*, zat beracun yang diekskresikan oleh kumbang sehingga membuat tepung tidak memenuhi standar kelayakan untuk konsumen dan membuat tepung mengalami perubahan warna menjadi coklat (Hendriwal *et al.*, 2016). Hama *T. castaneum* mempunyai kesukaan yang beraneka ragam terhadap bermacam-macam tepung, akibatnya menunjukkan respon yang bervariasi terhadap perkembangan dan kelangsungan hidup *T. castaneum* (Kayode *et al.*, 2014). Perkembangan dan kelangsungan hidup hama *T. castaneum* dapat berkaitan dengan beberapa aspek, seperti aspek fisik pakan, kimia, serta lingkungan seperti suhu dan kelembapan. Aspek pakan yang memberikan pengaruh besar terhadap perkembangan dan kelangsungan hidup *T. castaneum* adalah aspek fisik dan kimia pakan (Firnanda, 2018). Menurut Augusta *et al.* (2023) hama ini menunjukkan preferensi pakan berupa tepung daripada pakan berupa biji-bijian berbentuk utuh. Penggunaan banyaknya jenis tepung yang

beraneka ragam juga akan mempunyai kandungan nutrisi yang beraneka ragam, sehingga akan berpengaruh terhadap perkembangan dan kelangsungan hidup *T. castaneum* (Firnanda, 2018). Tujuan penelitian ini adalah memahami kelangsungan hidup *T. castaneum* pada berbagai macam tepung yang berkaitan dengan mortalitas imago, indeks pertumbuhan dan penyusutan bobot pakan yang diakibatkan oleh serangan *T. castaneum*.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Organisme Pengganggu Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang Kampus 2 yang berlokasi di Desa Margasari, Kecamatan Karawang Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2024 – Mei 2024. Alat dan bahan yang digunakan adalah toples besar (d = 14 cm, t = 14 cm), toples kecil (d = 6 cm, t = 9 cm), mikroskop stereo, timbangan analitik, saringan nylon 50 mesh, kuas kecil, kain tile, *thermohygrometer*, hama *Tribolium castaneum*, tepung terigu, ragi, tepung ketan hitam, tepung biji kenari, tepung jangkrik, dan tepung kacang tanah.

Metode yang digunakan adalah *no choice test* (Kayode *et al.*, 2014) dan metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 ulangan meliputi: tepung terigu (kontrol), tepung ketan hitam, tepung biji kenari, tepung jangkrik, dan tepung kacang tanah.

Perbanyakan *T. castaneum*

Perbanyakan dilakukan dengan membiakkan 150 *T. castaneum* selama 7 hari dengan tidak dibedakan imago jantan dan betina ke dalam wadah pembiakan yang telah terisi pakan 300 g (Nugraha, 2018). Proses *rearing* menggunakan tepung terigu dan ragi dengan perbandingan komposisi antara 95% tepung terigu dan 5% ragi (Sheribha *et al.*, 2010; Arthur *et al.*, 2019). Pada 7 hari setelah infestasi, seluruh *Tribolium castaneum*

dipindahkan dari wadah dan telur yang telah dihasilkan oleh individu betina dibiarkan berkembang sampai stadia pupa. Pada stadia pupa, jantan dan betina dibedakan berdasarkan organ genetaliaanya.

Penyediaan Pakan Perlakuan

Pakan perlakuan pada penelitian ini menggunakan tepung terigu (kontrol), tepung ketan hitam, tepung biji kenari, tepung jangkrik, dan tepung kacang tanah sebanyak 30 g yang diisi pada toples kecil untuk setiap perlakuan (Wandansari *et al.*, 2022).

Infestasi *T. castaneum*

Hasil perbanyakan imago *T. castaneum* yang berumur 14 hari diinfestasikan 30 ekor imago ke dalam masing-masing toples kecil yang berisi pakan perlakuan dan ditutup menggunakan kain tile (Astuti *et al.*, 2020). Pada 7 hari investasi, seluruh *Tribolium castaneum* dipindahkan dari wadah dan telur dibebaskan berkembang dan diamati perkembangannya hingga menjadi imago baru (Wandansari *et al.*, 2022).

Mortalitas Imago

Pada 7 hsi (hari setelah investasi) melakukan penghitungan mortalitas imago dengan mengeluarkan seluruh imago yang mati pada setiap perlakuan. Mortalitas imago dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

M = Kematian/mortalitas

a = Jumlah imago mati

a + b = Jumlah seluruh imago

Indeks Pertumbuhan

Perhitungan indeks pertumbuhan dilakukan setelah *T. castaneum* menyelesaikan seluruh siklus hidupnya. Angka yang tinggi pada indeks pertumbuhan memperlihatkan kesediaan pakan berhubungan dengan keefektifan pertumbuhan serangga. Indeks pertumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus Wulansari (2018):

$$IP = \frac{\log S}{T} \times 100$$

Keterangan:

IP = Indeks Pertumbuhan (%)

S = jumlah imago *T. castaneum* yang berhasil berkembang

T = periode berkembangnya fase telur hingga fase imago

Susut Bobot Pakan

Perhitungan susut bobot pakan dilakukan setelah *T. castaneum* menyelesaikan siklus hidupnya hingga menjadi imago baru. Susut bobot pakan dihitung dengan rumus Augusta *et al.* (2023):

$$SB = BW - BA$$

Keterangan:

SB = Susut bobot (gram)

BW = Bobot awal

BA = Bobot akhir

Suhu dan Kelembapan

Pengamatan suhu dan kelembapan menggunakan alat *thermohygrometer*. Pengamatan ini dilakukan setiap hari selama 24 jam sehingga akan didapatkan suhu dan kelembapan rata-rata.

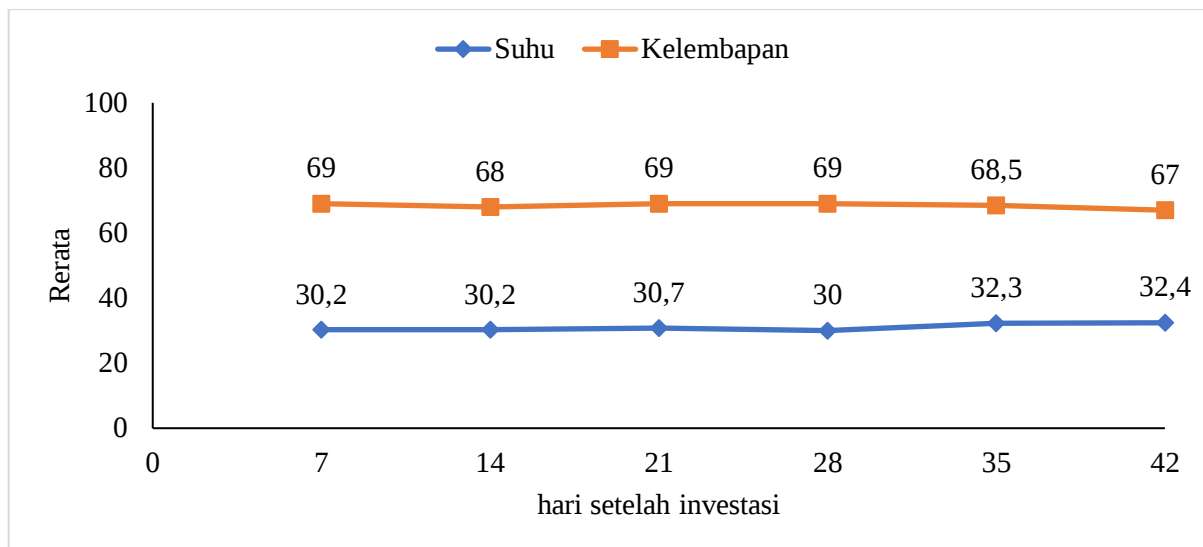
Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) menggunakan aplikasi SPSS. Jika hasil uji F pada taraf 5% menunjukkan adanya perbedaan nyata, akan diuji dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5% (Gomez dan Gomez, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan

Data suhu dan kelembapan didapatkan dari proses penelitian bulan Maret – Mei 2024 yang tercatat selama 42 hari setelah infestasi. Suhu terendah selama penelitian berada pada 30° C sedangkan suhu tertinggi berada pada 32,4° C. Kelembapan terendah berada pada 67% sedangkan kelembapan tertinggi berada pada 69% (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Rata-rata Suhu dan Kelembapan

Menurut Singh dan Prakash (2015) menyatakan bahwa suhu 30° - 35° C dan kelembapan relatif 70% merupakan suhu dan kelembapan yang optimal bagi *T. castaneum*. Sedangkan Arthur *et al.* (2019) dalam penelitiannya menunjukkan hasil *T. castaneum* yang hidup di lingkungan dengan suhu 32° C memiliki pertumbuhan dan perkembangan lebih stabil.

Mortalitas Imago

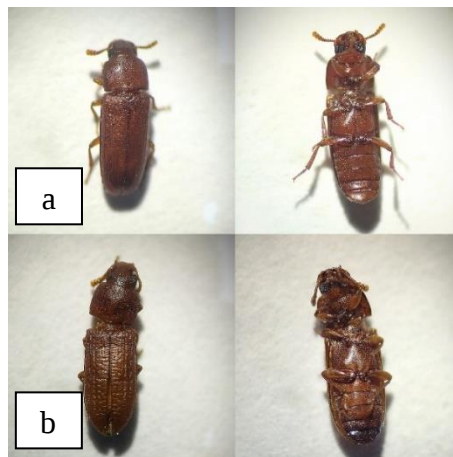
Hasil uji lanjut DMRT taraf 5% pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan nyata mortalitas imago pada berbagai jenis tepung. Tabel 1 menunjukkan mortalitas imago terendah terdapat pada tepung biji kenari sebesar 1,33%, dan mortalitas tertinggi terdapat pada tepung jangkrik sebesar 9,33%. Komposisi pakan yang sesuai dengan kebutuhan *T. castaneum* dapat mengurangi tingkat mortalitas, sedangkan kandungan pakan yang tidak sesuai dapat menyebabkan defisiensi nutrisi yang dapat menyebabkan tingkat mortalitas tinggi. Pakan yang digunakan memiliki keseimbangan nutrisi yang berbeda terutama kandungan karbohidrat (Augusta *et al.*, 2023).

Tabel 1. Rerata Mortalitas Imago *T. castaneum*

Perlakuan	Mortalitas Imago (%)
Tepung Terigu (kontrol)	0,00 a
Tepung Ketan Hitam	3,33 a
Tepung Biji Kenari	1,33 a
Tepung Jangkrik	9,33 b
Tepung Kacang Tanah	2,67 a
KK (%)	56,00

Keterangan: Nilai rerata diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%. KK = Koefisien keragaman

Tepung biji kenari memiliki kandungan karbohidrat sebesar 69% (Mason *et al.*, 2018), sedangkan tepung jangkrik memiliki kandungan karbohidrat sebesar 5,08% (Septiani *et al.*, 2020). Susrama (2017) menyatakan bahwa hama gudang membutuhkan kandungan karbohidrat 40% - 70%. Rendahnya kandungan karbohidrat pada tepung jangkrik diduga menyebabkan mortalitas imago pada pakan tersebut lebih tinggi daripada mortalitas pakan lain. Imago yang mengalami mortalitas memiliki perbedaan kondisi tubuh dengan imago hidup. Imago yang mengalami mortalitas pada bagian antena, kaki, kulit, kepala, dan sayap memiliki kondisi lebih kering dan kaku seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Imago *Tribolium castaneum*; (a) hidup, (b) mati

Wang *et al.* (2018) menyatakan karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi serangga, jika pakan memiliki kandungan karbohidrat yang rendah imago *T. castaneum* tidak mendapatkan cukup energi sehingga mengalami penurunan aktivitas dan kemampuan untuk bertahan hidup. Selama penelitian berlangsung juga diamati pergerakan aktivitas pada imago *T. castaneum* menjadi kurang aktif pada pakan tepung jangkrik, berbeda dengan aktivitas imago pada pakan lainnya yang terlihat aktif bergerak. Selain itu tingginya mortalitas imago pada tepung jangkrik juga diduga karena rendahnya kandungan sterol pada pakan tersebut.

Sterol adalah senyawa turunan isoprenoid yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme eukariotik. Pada serangga, sterol merupakan prekursor yang diperlukan untuk hormon ecdison, yang mendorong banyak proses metabolisme, termasuk *molting* dan metamorfosis (Yu *et al.*, 2021). Bagi sebagian besar serangga, sterol diperoleh dari makanannya (Jing *et al.*, 2013). Wulansari (2018) dalam penelitiannya menunjukkan hasil bahwa pakan yang menunjukkan defisiensi sterol akan menyebabkan peningkatan angka mortalitas pada infestasi *T. castaneum*.

Faktor lain yang dapat menyebabkan mortalitas adalah bau yang ditimbulkan oleh pakan. Pakan yang memiliki bau menyengat

dapat menyebabkan tingkat stress pada imago *T. castaneum* sehingga mempengaruhi aktivitas makan dan dapat menyebabkan kematian (Hajar *et al.*, 2020). Pada pengamatan ini tepung jangkrik memiliki bau yang sangat menyengat berbeda dengan pakan tepung lainnya. Penelitian Ahmad *et al.* (2012) menunjukkan bahwa imago *T. castaneum* lebih tertarik oleh pakan yang memiliki bau biji-bijian seperti biji millet giling dan gandum giling.

Indeks Pertumbuhan

Hasil uji lanjut DMRT taraf 5% pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan jenis tepung berpengaruh nyata terhadap indeks pertumbuhan *T. castaneum*. Indeks pertumbuhan *T. castaneum* tertinggi pada pakan tepung biji kenari sebesar 7,73% (Tabel 2). Angka yang tinggi pada indeks pertumbuhan memperlihatkan kesediaan pakan berhubungan dengan keefektifan pertumbuhan serangga. Indeks pertumbuhan digunakan untuk memahami hal-hal yang memikat laju pertumbuhan serangga, seperti suhu, ketersediaan pakan, atau faktor lingkungan lainnya (Astuti *et al.*, 2022; Asgher and Avasthi, 2024).

Tabel 2. Rerata Indeks Pertumbuhan *T. castaneum*

Perlakuan	Indeks Pertumbuhan (%)
Tepung Terigu (kontrol)	6,20 ab
Tepung Ketan Hitam	4,32 b
Tepung Biji Kenari	7,73 a
Tepung Jangkrik	1,80 c
Tepung Kacang Tanah	2,19 b
KK (%)	25,00

Suhu dan kelembapan yang baik bagi kelangsungan hidup hama *Tribolium castaneum* adalah 32° C dan kelembapan relatif 70% (Singh dan Prakash, 2015; Sreeramoju *et al.*, 2016). Selain itu, ketersediaan pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang sesuai juga menentukan berhasil atau tidaknya serangga untuk menyempurnakan seluruh proses metamorfosisnya dari proses peletakan telur sampai terbentuknya imago baru (Firnanda, 2018).

Susut Bobot

Hasil uji lanjut DMRT taraf 5% pada Tabel 3 menyatakan berbeda nyata pada susut bobot seluruh pakan. Perlakuan tepung biji kenari menunjukkan penyusutan bobot tertinggi yaitu 9,30 g, sedangkan susut bobot terendah terdapat pada tepung kacang tanah sebesar 3,04 g (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata Susut Bobot Pakan

Perlakuan	Susut Bobot (g)
Tepung Terigu (kontrol)	8,30 a
Tepung Ketan Hitam	5,31 b
Tepung Biji Kenari	9,30 a
Tepung Jangkrik	7,82 a
Tepung Kacang Tanah	3,04 c
KK (%)	18,00

Hasil pengamatan penyusutan bobot pada pakan berupa tepung menunjukkan perbedaan susut meskipun semua pakan berbentuk tepung. Hal ini diduga karena tepung yang digunakan memiliki keseimbangan nutrisi yang berbeda terutama kandungan karbohidrat dan protein (Augusta *et al.*, 2023). Pakan yang baik memiliki kandungan protein 12 – 13% (Wong

dan Lee, 2011). Sedangkan kandungan karbohidrat yang dibutuhkan oleh serangga adalah 40 – 70% (Susrama, 2017). Tepung biji kenari memiliki kandungan protein sebesar 18,70% dan kandungan karbohidrat sebesar 69% (Hidayat *et al.*, 2015; Mason *et al.*, 2018). Selain itu, kandungan lain seperti fosfor juga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan *T. castaneum*.

Kandungan fosfor pada tepung biji kenari sebesar 640 mg, pada tepung terigu sebesar 150 mg, pada tepung ketan hitam sebesar 148 mg, pada tepung jangkrik sebesar 7,00 mg, dan pada tepung kacang tanah sebesar 366 mg (Kementerian Kesehatan RI, 2018; Mason *et al.*, 2018; Ayyumi *et al.*, 2021; Hamsana, 2021). Kandungan fosfor yang tinggi pada kacang tanah tidak memberikan hasil susut bobot yang tinggi seperti tepung biji kenari. Hal ini dikarenakan tepung kacang tanah memiliki tekstur yang kasar sehingga mempengaruhi banyaknya telur yang dikeluarkan oleh imago betina *T. castaneum*. Tekstur tepung halus lebih menarik bagi imago betina *T. castaneum* guna meletakkan telur (Đukić *et al.*, 2020).

Defisiensi fosfor pada suatu pakan atau pakan yang memiliki fosfor lebih sedikit mengakibatkan terganggunya atau terhambatnya proses pada stadia pupa dan imago *Tribolium* sp. (Rizqoh, 2018). Qodariyah (2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kebutuhan fosfor pada pakan yang tidak terpenuhi akan mempengaruhi rendahnya larva yang terbentuk menjadi pupa. Sehingga akan menyebabkan rendahnya imago baru yang terbentuk. Nutrisi pakan yang seimbang akan mempengaruhi banyaknya jumlah larva dan imago yang terbentuk. Tingginya jumlah larva dan imago pada pakan dapat menimbulkan adanya persaingan sehingga akan meningkatkan aktivitas makan larva dan imago untuk mengonsumsi pakan guna mendukung perkembangan *T. castaneum*. Selain itu, pakan yang memiliki bau biji-bijian seperti biji millet giling dan gandum giling lebih menarik bagi *T. castaneum* (Ahmad *et al.*, 2012). Hal ini menyebabkan penyusutan bobot lebih besar

pada tepung biji kenari dibandingkan dengan pakan tepung lainnya.

KESIMPULAN

Penggunaan berbagai jenis tepung menunjukkan adanya pengaruh terhadap mortalitas imago *T. castaneum*, indeks pertumbuhan dan susut bobot. Mortalitas tertinggi terdapat pada tepung jangkrik sebesar 9,33% dan mortalitas terendah terdapat pada tepung terigu (kontrol) sebesar 0,00% dan tepung biji kenari sebesar 1,33%. Indeks pertumbuhan tertinggi terdapat pada tepung biji kenari sebesar 7,73% dan indeks pertumbuhan terendah terdapat pada tepung jangkrik sebesar 1,80%. Susut bobot pakan tertinggi terdapat pada tepung biji kenari sebesar 9,30 g dan susut bobot terendah terdapat pada tepung kacang tanah sebesar 3,04 g. Keseimbangan nutrisi pakan sangat menentukan berhasil atau tidaknya serangga untuk menyelesaikan seluruh hidupnya.

REFERENCES

- Ahmad, F., G.J. Daglish, A.W. Ridley, G.H. Walter. 2012. Responses of *Tribolium castaneum* to olfactory cues from cotton seeds, the fungi associated with cotton seeds, and cereals. *Entomol. Exp. Appl.* 145(3): 272–281. doi: 10.1111/eea.12012.
- Arthur, F.H., B.A. Hale, L.A. Starkus, A.R. Gerken, J.F. Campbell, McKay, T. 2019. Development of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) on rice milling components and by-products: Effects of diet and temperature. *J. Stored Prod. Res.* 80: 85–92. doi: 10.1016/j.jspr.2018.11.001.
- Asgher, S., S. Avasthi. 2024. Growth index and infestation by *Prostephanus truncatus* affected by temperature and humidity; created in In-vitro conditions. *Int. J. Entomol. Res.* 9(4): 101–106.
- Astuti, L.P., Y.E. Lestari, R. Rachmawati, Mutala'iah. 2020. Preference and development of *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) in whole grain and flour form of five corn varieties. *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 21(2): 564–569. doi: 10.13057/biodiv/d210218.
- Astuti, L.P., S. Setyawan, T. Widjayanti. 2022. *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae): Growth and Development on Six Maize (*Zea mays* L.) Varieties. *Agrivita* 44(2): 248–257. doi: 10.17503/agrivita.v44i2.3716.
- Augusta, A.V., L. Afifah, T. Surjana. 2023. Mortalitas Hama Gudang *Tribolium castaneum* dan Susut Bobot Pada Beras dan Jagung Dalam Bentuk Utuh, Patah, dan Tepung. *Agrica* 16(2): 183–191. doi: <https://doi.org/10.37478/agr.v16i2.3067>.
- Ayyumi, L.A.S., N. Nazaruddin, S. Cicilia. 2021. Aktivitas Antioksidan Iwel Dari Tepung Ketan Hitam Dan Ubi Jalar Ungu. *J. Teknol. Pangan* 15(1): 56–70. doi: 10.33005/jtp.v15i1.2724.
- Dukić, N., G. Andrić, V. Ninkovic, M. Pražić Golić, P. Kljajić, Radonjić, A. 2020. Behavioural responses of *Tribolium castaneum* (Herbst) to different types of uninfested and infested feed. *Bull. Entomol. Res.* 110(4): 550–557. doi: 10.1017/S0007485320000024.
- Firnanda, R. 2018. Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) Pada Berbagai Produk Tepung. http://repository.ub.ac.id/12669/1/RADI_FIRNANDA.pdf.
- Hajar, U., D. Rusmana, I. Hernaman. 2020. Jumlah Hidup *Tribolium castaneum* dan Susut Bobot Pollard Yang Dicampur Dengan Kulit Kopi Dalam Penyimpanan. *J. Nutr. Ternak Trop. dan Ilmu Pakan* 2(4): 183–189. doi: 10.24198/jnttip.v2i4.31539.

- Hamsana. 2021. Penggunaan Tepung Jangkrik Mensubstitusi Tepung Ikan Dalam Ransum Terhadap Performa Burung Puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*). 4.
- Haryadi, Y. 2010. Peranan Penyimpanan dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *J. Pangan* 19(4): 345–359.
- Hendrival, H., L. Latifah, D. Saputra, O. Orina. 2016. Kerentanan Jenis Tepung terhadap Infestasi Kumbang Tepung Merah (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Agrikultura* 27(3): 148–153. doi: 10.24198/agrikultura.v27i3.10918.
- Hidayat, R., W. Busono, H.S. Prayogi. 2015. Pengaruh Pemberian Biji-Bijian Bebas pilih Terhadap Konsumsi Pakan dan Bobot Badan Burung Kenari (*Serinus canaria*). *J. Trop. Anim. Prod.* 16(1): 8–14. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2015.016.01.2>.
- Jing, X., R.J. Grebenok, S.T. Behmer. 2013. Sterol/steroid metabolism and absorption in a generalist and specialist caterpillar: Effects of dietary sterol/steroid structure, mixture and ratio. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 43(7): 580–587. doi: 10.1016/j.ibmb.2013.03.012.
- Kayode, O., C. Adedire, R. Akinkulore. 2014. Influence Of Four Cereal Flours on The Growth Of *Tribolium Castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ife J. Sci.* 16(3): 505–516.
- Kementerian Kesehatan RI. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia (D. Izwardy, editor). Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Mason, E., L. L'hocine, A. Achouri, S. Karboune. 2018. Hairless canaryseed: A novel cereal with health promoting potential. *Nutrients* 10(9): 1–16. doi: 10.3390/nu10091327.
- Nugraha, V.F. 2018. Pertumbuhan Populasi Dan Perkembangan *Tribolium Castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) Pada Tiga Varietas Jagung Butiran Utuh, Pecah, Dan Tepung. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/13184/>.
- Nurani, S., S.S. Yuwono. 2014. Pemanfaatan Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) sebagai Bahan Baku Cookies (Kajian Proporsi Tepung dan Penambahan Margarin). *J. pangan dan Agroindustri* 2(2): 50–58.
- Putri, J.C.S., S. Haryanti, M. Izzati. 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Perubahan Morfologi Dan Kandungan Gizi Pada Umbi Talas Bogor (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *J. Biol.* 6(1): 49–58. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19522>.
- Putri, W.D.R., W.B. Sunarharum, E.S. Wulandari. 2022. Tepung buah dan sayur: pengolahan dan pemanfaatannya (T.U. Press, editor). Pertama. UB Press, Malang.
- Qodariyah, L. 2018. Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) Pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung. https://repository.ub.ac.id/id/eprint/13147/1/LAILATUL_QODARIYAH.pdf.
- Rizqoh, N.M. 2018. Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) Pada Beras Putih, Merah, dan Hitam Dalam Berbagai Proporsi Butiran Utuh dan Patah. https://repository.ub.ac.id/id/eprint/13149/1/NUR_MAULIDIYA_RIZQOH.pdf.
- Septiani, R., A. Arumsari, R. Rusnadi. 2020. Pemanfaatan Tepung Jangkrik Sebagai Nutrisi Manusia, Hewan, dan Media Pertumbuhan Bakteri. *Pros. Farm. Spes.* 6(2): 450–455. doi: [//dx.doi.org/10.29313/v6i2.23147](https://dx.doi.org/10.29313/v6i2.23147).
- Sheribha, P.R.B., A.P. Jinham, S.S.M. Das, K.R. Jasmine. 2010. Management of *Tribolium castaneum* (Herbst) based on hue response. *Turkish J. Zool.* 34(3): 367–375. doi: 10.3906/zoo-0712-3.
- Singh, D.S., P.S. Prakash. 2015. Effect of Temperature and Humidity on the Culture of *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) in the laboratory. *Int. J. Sci. Res. Publ.* 5(7): 466–470.

- Sreeramoju, P., P. MSK, L. V. 2016. Complete Study of Life Cycle of *Tribolium castaneum* and its Weight Variations in The Developing Stages. *Int. J. Plant, Anim. Environ. Sci.* 6(2): 95–100.
- Sumarlan, S.H., D.A. Ariyanti. 2017. Identifikasi Jenis Tepung dengan Machine Vision Menggunakan Metode *Artificial Neural Network* (ANN). *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.* 5(5): 163–169. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/414>.
- Susrama, I.G.K. 2017. Kebutuhan Nutrisi dan Substansi dalam Pakan Buatan Serangga. *E-J. Agroekoteknologi Trop.* 6(3): 310–318.
- Wagiman, F.X. 2019. Hama Pascapanen (Siti, editor). Edisi Revi. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wandansari, T.A., L.P. Astuti, T. Widjayanti. 2022. Pertumbuhan Populasi Dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Pada Beberapa Varietas Beras. *J. Hama dan Penyakit Tumbuh.* 10(1): 12–20. doi: 10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.1.2.
- Wang, Z.L., X.P. Wang, C.R. Li, Z.Z. Xia, S.X. Li. 2018. Effect of dietary protein and carbohydrates on survival and growth in larvae of the *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Insect Sci.* 18(4): 1–7. doi: 10.1093/jisesa/iey067.
- Wong, N., C.Y. Lee. 2011. Relationship between population growth of the red flour beetle *Tribolium castaneum* and protein and carbohydrate content in flour and starch. *J. Econ. Entomol.* 104(6): 2087–2094. doi: 10.1603/EC11234.
- Wulansari, T. 2018. Preferensi, Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) Pada Berbagai Jenis Tepung. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/11064/>.
- Yu, L., J. Fan, C. Zhou, C. Xu. 2021. Sterols are required for the coordinated assembly of lipid droplets in developing seeds. *Nat. Commun.* 12(1): 1–14. doi: 10.1038/s41467-021-25908-6.