

# SKRIPSI

**UJI EFIKASI TANAH DIATOM TERHADAP *Tribolium castaneum* HERBST (COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)**

***EFFICACY TEST OF DIATOMACEOUS EARTH ON *Tribolium castaneum* HERBST (COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE)***



**Darma Prasatya  
05081282126050**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**SKRIPSI**

**UJI EFIKASI TANAH DIATOM TERHADAP *Tribolium castaneum*  
HERBST (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Darma Prasatya**  
**05081282126050**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## SUMMARY

**DARMA PRASATYA**, Efficacy Test of Diatomaceous Earth on *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) (Supervisor by **ARINAFRIL**)

Rice is one of the staple food sources commonly consumed by people, especially in Indonesia. However, the damage to rice during storage caused by the post-harvest pest *Tribolium castaneum* has become a significant problem in Indonesia. The research problem in this study focuses on determining the dose of diatomaceous earth that achieves the highest mortality rate against *T. castaneum* and whether morphological changes occur in *T. castaneum* after the application of diatomaceous earth. The objectives of this study are to identify the dose that results in the highest mortality rate of *T. castaneum* due to diatomaceous earth application and to observe any morphological changes in *T. castaneum* after the treatment.

This experiment was conducted from July to November 2024 at the Perum Bulog (National Logistics Agency) Regional Division of South Sumatra. A Completely Randomized Design (CRD) was used in this study, consisting of 5 treatments and 1 control group, each replicated 5 times. The doses of diatomaceous earth used were 0.5 g/100 g, 3 g/100 g, 4 g/100 g, 5 g/100 g, and 6 g/100 g, applied to 100 g of rice with 20 *T. castaneum* insects per treatment. Observations were conducted over 14 days, focusing on mortality rates and morphological changes in *T. castaneum*.

The results showed that the mortality rate of *T. castaneum* increased daily. A dose of 0.5 g/100 g caused 66% mortality, while a dose of 3 g/100 g caused 99% mortality. Doses of 4 g/100 g, 5 g/100 g, and 6 g/100 g resulted in 100% mortality. The behavior of *T. castaneum* slow moved after the application of diatomaceous earth. The LD<sub>50</sub> values observed on days 1 and 14 were 8.473 g/100 g and 0.541 g/100 g, respectively. Morphology change of *T. castaneum* after the application of diatomaceous earth included dryness or dehydration.

Based on the results, it could be concluded that a dose of 3 g/100 g was the most effective for controlling *T. castaneum*. The LD<sub>50</sub> value decreased over time. The application of diatomaceous earth caused a slowdown in the movement of *T. castaneum* and morphological changes, such as dryness or dehydration. The author recommended further studies to examine the morphological changes in *T. castaneum* in more detail using diatomaceous earth. The author suggested that future research should focus on the effectiveness of diatomaceous earth in controlling *T. castaneum* under various temperatures and humidity levels in storage rooms.

**Keyword:** *Tribolium castaneum* Herbst, Rice, Diatomaceous Earth

## RINGKASAN

**DARMA PRASATYA**, Uji Efikasi Tanah Diatom terhadap *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) (Dibimbing oleh **ARINAFRIL**)

Beras adalah salah satu sumber makanan pokok yang biasa dikonsumsi masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia. Tetapi, kerusakan beras selama penyimpanan yang disebabkan oleh hama pascapanen yaitu *T. castaneum* menjadi salah satu masalah di Indonesia. Rumusan Masalah pada penelitian ini pada dosis berapa yang memiliki nilai mortalitas tertinggi tanah diatom terhadap *T. castaneum* dan apakah terjadi perubahan morfologi *T. castaneum* setelah diaplikasikan tanah diatom. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dosis yang memiliki nilai mortalitas tertinggi tanah diatom terhadap *T. castaneum* dan untuk mengetahui perubahan morfologi *T. castaneum* setelah diaplikasikan tanah diatom.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli - November 2024 di Perum Bulog (Badan Usaha Logistik) Divisi Regional Sumatera Selatan. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan dalam penelitian ini dengan 5 perlakuan dan 1 kelompok kontrol yang diulang 5 kali. Dosis tanah diatom yang digunakan adalah 0,5 g/100 g, 3 g/100 g, 4 g/100 g, 5 g/100 g, dan 6 g/100 g, yang diaplikasikan pada 100 g beras dengan 20 ekor serangga *T. castaneum* per perlakuan. Pengamatan dilakukan selama 14 hari dengan fokus pada mortalitas dan perubahan morfologi *T. castaneum*.

Hasil dari penelitian pengamatan mortalitas *T. castaneum* setiap harinya meningkat. Pada dosis 0,5 g/100 g menyebabkan kematian 66 %. Pada dosis 3 g/100 g menyebabkan kematian 99%. Pada dosis 4 g/100 g, 5 g/100 g, dan 6 g/100 g menyebabkan kematian 100%. Perubahan *T. castaneum* menjadi lambat akibat perlakuan menggunakan tanah diatom. Dalam pengamatan 1 dan 14 nilai LD<sub>50</sub> sebesar 8,473 g/100 g dan 0,541 g/100 g. Perubahan morfologi yang terjadi pada *T. castaneum* yang diaplikasikan tanah diatom menjadi kering atau dehidrasi.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan dosis 3 g/100g merupakan dosis yang paling baik untuk mengendalikan *T. castaneum*. Terjadi penurunan nilai LD<sub>50</sub>. Pada *T. castaneum* yang diaplikasikan tanah diatom menyebabkan perubahan perilaku pergerakan yang melambat dan perubahan morfologi menjadi kering atau dehidrasi. Penulis menyarankan pada penelitian selanjutnya mengenai keefektifan tanah diatom dalam mengendalikan *T. castaneum* pada berbagai suhu dan kelembaban di ruang penyimpanan.

**Kata Kunci:** *Tribolium castaneum* Herbst, Beras, Tanah Diatom

**LEMBAR PENGESAHAN**

**UJI EFIKASI TANAH DIATOM TERHADAP *Tribolium castaneum*  
HERBST (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)**

**SKRIPSI**

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

**Darma Prasatya**  
05081282126050

Indralaya, Desember 2024  
Pembimbing

**Dr.-phil. Ir. Arinafril**  
NIP 196504061990031003

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,

**Wakil Dekan Bidang Akademik**



**Prof. Ir. Fifi Pratama, M.Sc. (Hons).Ph.D.**  
NIP 196606301992032002

Skripsi dengan judul "Uji Efikasi Tanah Diatom terhadap *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae)" oleh Darma Prasatya telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. -phil. Ir. Arinafril  
NIP 196504061990031003 Ketua Panitia (.....)
2. Oktaviani, S.P., M.Si.  
NIP 199810312023212005 Sekretaris Panitia (.....)
3. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.  
NIP 196510201992032001 Ketua Penguji (.....)
4. Prof. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S.,Ph.D.  
NIP 196205181987032002 Anggota Penguji (.....)

Indralaya, 17 Desember 2024

Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M. Si.  
NIP 196510201992032001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Darma Prasatya

Nim : 05081282126050

Judul : Uji Efikasi Tanah Diatom terhadap *Tribolium castaneum* Herbst  
(Coleoptera: Tenebrionidae)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang diamati di dalam laporan skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2024



Darma Prasatya  
05081282126050

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir pada tanggal 26 Oktober 2002 di Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatera Selatan. Ia merupakan anak ke-empat dari empat bersaudara, lahir dari pasangan Fachrurozie dan Rismawati. Penulis memiliki dua kakak perempuan dan satu kakak laki-laki. Pendidikan yang ditempuh penulis dimulai dari TK Negeri 1 Tulang Bawang, selanjutnya dilanjutkan ke SD Negeri 1 Tulang Bawang. Setelah tamat dari SD penulis melanjutkan pendidikan ke SMP N 2 Bunga Mayang, selanjutnya penulis melanjutkan ke SMA N 3 Martapura. Pada tahun 2021, penulis lulus dari SMA dan mengikuti Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Melalui seleksi tersebut, ia diterima sebagai mahasiswa di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, dengan program studi Proteksi Tanaman



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Swt. atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Uji “Efikasi Tanah Diatom terhadap *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)” Sholawat serta Salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw., keluarga, dan sahabatnya hingga akhir zaman. Skripsi ini di susun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan telah memberikan dukungan pada penelitian ini.

Ucapan terimakasih ini penulis tujukkan kepada:

1. Bapak Fachrurozie dan Ibu Rismawati selaku kedua orang tua penulis yang telah membesarkan, mendidik, memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. -phil. Ir. Arinafril selaku pembimbing skripsi yang senantiasa membimbing, memotivasi, dan memberikan wawasan kepada penulis.
3. Seluruh bapak/ibu dosen tenaga pendidik yang ada di lingkungan Program Studi Proteksi Tanaman Universitas Sriwijaya atas segala ilmu yang telah diberikan.
4. Alm. Bapak kusmin dan almh Mamak Surati yang telah mendidik dan membesarkan penulis dari kecil sampai dengan masa sekolah SMP yang jasanya tidak akan pernah penulis lupakan.
5. Bapak Ramonda, kak Refa, kak Risky, kak Ridho, kak Totok, dan semua yang ada di komplek pergudangan 8 ilir Palembang yang telah menerima, membimbing selama di Bulog.
6. Putri Arista yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi tepat waktu.
7. Dwiki dan Udin teman seperjuangan selama skripsi di Bulog.
8. Seluruh anggota grup Protektor 21 yang telah menemani penulis dalam pelaksanaan skripsi.

9. Seluruh teman di angkatan 2021 Proteksi Tanaman yang telah bersama selama penulisan skripsi.

Terlepas dari itu semua penulis menyadari masih banyak memiliki kekurangan, penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan pihak lain yang berkepentingan.

Indralaya, Desember 2024

Darma Prasatya

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1.1 Klasifikasi Hama Kumbang Tepung Merah.....	4
2.1.2 Morfologi Hama Kumbang Tepung Merah.....	4
2.1.3 Bioekologi Hama Kumbang Tepung Merah .....	5
2.1.3.1 Telur <i>T. castaneum</i> .....	5
2.1.3.2 Larva <i>T. castaneum</i> .....	5
2.1.3.3 Pupa <i>T. castaneum</i> .....	6
2.1.3.4 Imago <i>T. castaneum</i> .....	6
2.2 Tanah Diatom .....	7
2.2.1 Pemanfaatan Tanah Diatom .....	8
2.2.2 Tanah Diatom sebagai Pengendali <i>T. castaneum</i> .....	8
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>10</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Metode Penelitian.....	10
3.4 Cara Kerja .....	10
3.4.1 Pengambilan Sampel.....	10
3.4.2 Pemeliharaan <i>T. castaneum</i> .....	11

3.4.3 Homogenisasi Tanah Diatom dan Beras .....	11
3.4.4 Aplikasi dan Pengamatan.....	11
3.5 Parameter Pengamatan .....	11
3.5.1 Mortalitas .....	11
3.5.2 LD <sub>50</sub> ( <i>Lethal Dose</i> ).....	12
3.5.3 Perubahan Morfologi .....	12
3.6. Analisi Data.....	12
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>13</b>
4.1 Hasil .....	13
4.1.1 Mortalitas .....	13
4.1.2 LD <sub>50</sub> ( <i>Lethal Dose</i> ) .....	14
4.1.2.1 Analisis Probit Tanah Diatom .....	15
4.1.3 Perubahan Morfologi .....	16
4.2 Pembahasan.....	16
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>20</b>
5.1 Kesimpulan .....	20
5.2 Saran .....	20
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>21</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>26</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1 Mortalitas <i>T. castaneum</i> pada masing-masing perlakuan .....	13
Tabel 4.2 Nilai LD <sub>50</sub> pada DE terhadap mortalitas <i>T. castaneum</i> pada Setiap hari .....	15

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Telur <i>T. castaneum</i> .....	5
Gambar 2.2 Larva <i>T. castaneum</i> .....	6
Gambar 2.3 Pupa <i>T. castaneum</i> .....	6
Gambar 2.4 Imago <i>T. castaneum</i> .....	7
Gambar 2.5 Tanah diatom .....	8
Gambar 2.6 <i>T. castaneum</i> yang diberi perlakuan tanah diatom.....	9
Gambar 2.7 Spirakel pada <i>T. castaneum</i> yang diberi perlakuan tanah diatom .....	9
Gambar 4.1 Perilaku <i>T. castaneum</i> yang hidup di kontrol (a) dan yang sudah mati akibat perlakuan (b) .....	14
Gambar 4.2 Gejala serangan <i>T. castaneum</i> pada beras putih yang sehat (a) dan sakit (b) .....	14
Gambar 4.3 Grafik probit tanah diatom .....	15
Gambar 4.4 <i>T. castaneum</i> yang diaplikasikan tanah diatom .....	16

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Data mentah mortalitas hama <i>T. castaneum</i> hari ke 1 – 7 .....	26
Lampiran 2. Data mentah mortalitas hama <i>T. castaneum</i> hari ke 8 – 14 ....	26
Lampiran 3. Data mentah Analisis Sidik Ragam .....	26
Lampiran 4. Data mentah LD <sub>50</sub> pengamatan 1-14.....	26

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ketahanan pangan adalah tujuan utama pemerintah di seluruh dunia untuk pembangunan dan pengentasan kemiskinan. Sektor pertanian tanaman pangan merupakan bagian dari sektor paling dominan pada sektor pertanian (Fuglie, 2010). Salah satu komoditi tanaman pangan yang memiliki peran penting dalam pembangunan pertanian yaitu beras (Rahmasuciana *et al.*, 2016). Beras memainkan peranan penting dalam ketahanan pangan global karena merupakan makanan pokok pangan bagi lebih dari separuh populasi dunia (Bandumula, 2018). Beras merupakan sumber makanan pokok yang dikonsumsi masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia (Saliem *et al.*, 2019). Beras sebagaimana bulir sereal lain, bagian terbesar beras didominasi oleh pati sekitar 70-80%) (Fasahat *et al.*, 2014). Beras juga mengandung protein, vitamin, mineral, air, dan karbohidrat (Hidayati, 2014).

Adanya serangan hama gudang mengakibatkan menurunnya kualitas dan kuantitas gabah hal ini tentu merugikan petani secara finansial (Erdiansyah *et al.*, 2018). Kerusakan pada beras dalam penyimpanan disebabkan oleh hama pascapanen menjadi masalah di Indonesia. Kerusakan beras selama penyimpanan meliputi penurunan kuantitas dan kualitas beras dari kotoran serta penurunan kandungan nutrisi (Hendrival *et al.*, 2022). Serangga yang menyerang makanan yang disimpan adalah salah satu masalah yang paling merusak dan umum terjadi yang menjadi sangat serius jika tidak ditangani (Zulaikha *et al.*, 2018). 75% serangga yang termasuk ke dalam ordo Coleoptera merupakan spesies serangga penyimpan yang paling merusak terdapat pada genera *Sitophilus* dan *Tribolium* (Dal Bello *et al.*, 2001).

Salah satu serangga hama penyimpanan adalah *Tribolium castaneum*. Kumbang tepung merah, *T. castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) merupakan hama utama yang menyebabkan kerusakan kuantitas dan kualitas pada sereal, tepung dan olahannya di penyimpanan (Batubara *et al.*, 2023). *T.*



*castaneum* dikenal sebagai hama sekunder yang menyerang makanan olahan yang disimpan dalam pabrik penyimpanan atau gudang penyimpanan (Campbell *et al.*, 2010). Hama ini memiliki beberapa ciri khas unik; *T. castaneum* ini memiliki siklus hidup yang pendek, sangat kompetitif, dan mampu beradaptasi dengan sumber daya yang terbatas (Syarifah & Yaakop, 2016). *T. castaneum* Herbst (Coleoptera :Tenebrionidae) bertubuh pipih, panjang 2,3–4,4 mm, memiliki warna coklat kemerahan. Mata berada pada bagian ventral yang berdekatan satu sama lain dan antena berbentuk gada terdiri atas 3 segmen (Widyaningsih, 2024)

Insektisida sintetik telah menjadi pilihan dalam mengendalikan serangga yang menyerang pada penyimpanan. Namun demikian, terdapat peningkatan kekhawatiran mengenai dampak buruk terhadap lingkungan, berkurangnya khasiat karena populasi serangga yang resisten, dan residu pestisida dalam produk makanan. Ada sejumlah pengendalian alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan produk alami. Salah satu produk alami yang semakin banyak digunakan dalam dekade terakhir adalah tanah diatom. Tanah diatom adalah batuan lunak yang merupakan sisa-sisa fosil alga uniseluler yang disebut diatom (Rigaux *et al.*, 2011). Tanah diatom terdiri dari sekitar 80-93% silika dioksida, dengan sisa kandungannya mencakup mineral tanah liat, materi organik, kuarsa, kalsium, dan magnesium karbonat (Rahmah *et al.*, 2011). Massa jenis tanah diatom adalah 0,51–0,55 g/cm<sup>3</sup> (Yustinah *et al.*, 2019). Sedangkan, massa jenis beras 0,37 - 0,53 g/cm<sup>3</sup> (Hoque *et al.*, 2022). Mekanisme tanah diatom dalam mengendalikan serangga hama gudang dengan menutup alat pernapasan (spirakel) sehingga serangga kekurangan oksigen dan berujung mati lemas (Djojsumarto, 2008)

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Pada dosis berapa yang memiliki nilai mortalitas tertinggi tanah diatom terhadap *T. castaneum*?
2. Apakah ada perubahan morfologi pada *T. castaneum* yang diaplikasikan tanah diatom

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dosis yang memiliki nilai mortalitas tertinggi tanah diatom terhadap *T. castaneum*
2. Mengetahui perubahan morfologi *T. castaneum* setelah diaplikasikan tanah diatom

### 1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

1. Diduga dosis 6 g/100 g tanah diatom dapat menyebabkan kematian paling tinggi pada *T. castaneum*.
2. Diduga terjadi perubahan morfologi *T. castaneum* setelah diaplikasi tanah diatom

### 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan berkontribusi mengenai pemanfaatan tanah diatom dalam mengendalikan *T. castaneum*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldryhim, Y. N. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). *Journal Stored Product*, 26(4), 207–210.
- Aziz, A. S. ., & Ghany, N. M. A. El. 2018. Impact of diatomaceous earth modifications for controlling the granary weevil, *sitophilus granarius* (Linnaeus) (coleoptera: Curculionidae). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20, 519–531.
- Bandumula, N. 2018. Rice Production in Asia: Key to global food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, 88, 1323–1328. <https://doi.org/10.1007/s40011-017-0867-7>
- Batubara, F., Hendrival, Munauwar, M. M., Baidhawi, Novita, P. P., & Nurmasiyah. 2023. Patogenitas cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) pada hama pascapanen. *Jurnal Agrotech*, 13(2), 101–109.
- Campbell, D. R., Bischoff, M., Lord, J. M., & Robertson, A. W. 2010. Flower color influences insect visitation in Alpine New Zealand. *Ecology*, 91(9), 2638–2649. <https://doi.org/10.1890/09-0941.1>
- Dadi, D. (2021). Pembangunan pertanian dan sistem pertanian organik. *Jurnal Education and Development*, 9(3), 566–572.
- Dal Bello, G., Padin, S., López Lastra, C., & Fabrizio, M. 2001. Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *Journal of Stored Products Research*, 37(1), 77–84.
- Dalsup. 2022. Sintesis dan karakterisasi tanah diatom aceh sebagai bahan adsorben penghasil silika oksida (SiO<sub>2</sub>) tinggi. *Serambi Engineering*, VII(2), 3221–3228.
- Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya* (R. Armando & Astutiningsih (eds.); 1st ed.). PT Agromedia Pustaka.
- Doumbia, M., Douan, B. G., Kwadjo, K. E., Kra, D. K., Martel, V., & Dagnogo, M. 2014. Effectiveness of diatomaceous earth for control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* and *Palorus subdepressus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 57, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.11.008>
- Elmadawy, A. A., El -Talpanty, D. M., El-Ebiary, M., Ismail, T., & Omar, A. F. 2024. Toxicity and morphological changes induced by diatomaceous earth &

- malathion against *Tribolium castaneum*. *New Valley Journal of Agricultural Science*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/nvjas.2024.299620.1289>
- Erdiansyah, I., Mayasari, F., Putri, S. U., Kartikasari, V., & Eliyatiningasih. 2018. Full trap method in handling warehouse pests in Ledokombo, Jember. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 207(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/207/1/012040>
- Fasahat, P., Rahman, S., & Ratnam, W. 2014. Genetic controls on starch amylose content in wheat and rice grains. *Journal of Genetics*, 93(1), 279–292. <https://doi.org/10.1007/s12041-014-0325-8>
- Fuglie, K. O. 2010. Sources of growth in Indonesian agriculture. *Journal of Productivity Analysis*, 33(3), 225–240. <https://doi.org/10.1007/s11123-009-0150-x>
- Gabriel, C. E., Manueke, ; J, Meray, E. R. M., & Ogie, ; T. 2020. Inventarisasi serangga hama pada kopra di Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara. *In Cocos*, 5(5), 1–10.
- Gilbert, C. 1994. Form and function of stemmata in larvae of holometabolous insects. *Annual Review of Entomology*, 39(1), 323–349. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001543>
- Hasan, M., Saidi, T., & Afifuddin, M. 2021. Mechanical properties and absorption of lightweight concrete using lightweight aggregate from diatomaceous earth. *Construction and Building Materials*, 277, 122324. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122324>
- Hendrival, Hasan, & Amanda, R. 2019. Kerentanan relatif tepung sorgum terhadap kumbang tepung merah (*Tribolium castaneum* Herbst) Susceptibility. *Agrin*, 23(2), 1–23.
- Hendrival, Latifah, L., Saputra, D., & Orina, O. 2016. Kerentanan Jenis tepung terhadap infestasi kumbang tepung merah (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Agrikultura*, 27(3).
- Hendrival, Khaidir, Rahmaniah, Afzal, A., & Nasution, H. F. 2022. Klasifikasi kerentanan beras dari plasma nutfah padi lokal aceh terhadap hama *Sitophilus oryzae* (L.). *Jurnal Agrotech*, 12(1), 23–32. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v12i1.88>
- Hendrival, Maulida, A., Julianti, Hafifah, & Khaidir. 2022. Klasifikasi Kerentanan Tepung Beras dan Jagung terhadap Hama Kumbang Tepung Merah (*Tribolium castaneum* Herbst) Classification. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 1(7), 19–25.
- Hidayati, R. 2014. Peningkatan kualitas olahan beras sebagai makanan pokok

- melalui penambahan daun kelor (*Moringa Oleifera*). *E-Journal Boga*, 3(1), 205–211.
- Hoque, N., Islam, M. Z., Rahman, F., Mahmud, N., Rahman, M., & Biswas, B. 2022. Grain physical properties analysis of some improved rice varieties. *Researchgate.Net*, 06(02), 242–250.
- Joseph, M. 2023. Usage of human diatomaceous earth. *Annals of Limnology and Oceanography*, 8(1), 009–012. <https://doi.org/10.17352/alo.000014>
- Klingler, M., & Bucher, G. 2022. The red flour beetle *T. castaneum*: elaborate genetic toolkit and unbiased large scale RNAi screening to study insect biology and evolution. *EvoDevo*, 13(1), 1–12.
- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34(2–3), 87–97. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(97\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(97)00039-8)
- Krzyżowski, M., Francikowski, J., Baran, B., & Babczyńska, A. 2019. Physiological and behavioral effects of different concentrations of diatomaceous earth on common stored product pest *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*, 82, 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.05.004>
- Luciana, L., Maulana, F., & Supardan, M. D. 2017. Karakterisasi tanah diatom dan aplikasinya pada industri minyak goreng. *Jurnal Teknik Kimia*, 1, 54–59.
- Mewis, V. I., & Ulrichs, C. 2001. Treatment of rice with diatomaceous earth and effects on the mortality of the Red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). *Anzeiger Fur Schadlingskunde*, 74(1), 13–16. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0280.2001.00032.x>
- Musa, A., & Lawal, T. 2013. Proximate Composition of Ten Types of Biscuits and their Susceptibility to *Tribolium castaneum* Herbst ( Tenebrionidae : Bostrichidae ) in Nigeria. 14, 33–41.
- Nikpay, A. 2006. Diatomaceous earths as alternatives to chemical insecticides in stored grain. *Insect Science*, 13(6), 421–429. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2006.00111.x>
- Pajaro-castro, N., & Castro-pomares, K. 2022. *Development Conditions of Model Organism , Tribolium Castaneum Herbst ( Coleoptera : Tenebrionidae )\**. 18(1), 97–105.
- Permatasari, S. C., & Asri, M. T. 2021. Efektivitas ekstrak ethanol daun kirinyuh (*Eupatorium odoratum*) Terhadap Mortalitas Larva Spodoptera litura. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 17–24.

- Quarles, W. (1992). Diatomaceous earth for pest control. *Japanese Society of Biofeedback Research*, 19(5), 709–715. [https://doi.org/10.20595/jjbf.19.0\\_3](https://doi.org/10.20595/jjbf.19.0_3)
- Rahmah, Ramlawati, & Side, S. 2011. The adsorption capacity of diatomaceous earth (diatomaceous earth) on Chromium(VI) Ion. *Jurnal Chemica*, 12(Vi), 60–66.
- Rahmasuciana, D. Y., Darwanto, D. H., & Masyhuri. 2016. Pengaruh pengadaan beras dan operasi pasar terhadap harga beras dalam negeri. *Agro Ekonomi*, 26(2), 129–138. <https://doi.org/10.22146/agroekonomi.17266>
- Reka, A. A., Pavlovski, B., Fazlija, E., Berisha, A., Pacarizi, M., Daghmehchi, M., Sacalis, C., Jovanovski, G., Makreski, P., & Oral, A. 2021. Diatomaceous earth: characterization, thermal modification, and application. *Open Chemistry*, 19(1), 451–461. <https://doi.org/10.1515/chem-2020-0049>
- Rigaux, M., Haubruge, E., & Fields, P. G. 2011. Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum*. *Entomologia Experimentalis*, 5–19.
- Rösner, J., Wellmeyer, B., & Merzendorfer, H. 2020. *Tribolium castaneum*: A model for investigating the mode of action of insecticides and mechanisms of resistance. *Current Pharmaceutical Design*, 26(29), 3554–3568. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200513113140>
- Saliem, H. P., Suryani, E., Suhaeti, R. N., & Ariani, M. 2019. the Dynamics of Indonesian consumption patterns of rice and rice-based food eaten away from home dinamika pola konsumsi beras dan pangan berbahan baku beras yang dimakan di luar rumah di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 17(2), 95–110.
- Shah, M. A., & Khan, A. A. 2014. Use of Diatomaceous Earth for the management of stored product pests. *International Journal of Pest Management*, 60(2), 100–113.
- Sundar, B., Rashmi, V., Murugan, P. D., Murugan, D., & Bhowmick, A. K. 2021. Biology of red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored sesame. ~ 40 ~ *The Pharma Innovation Journal*, 13(6), 40–45. <http://www.thepharmajournal.com>
- Suzuki, Y., Truman, J. W., & Riddiford, L. M. 2008. The role of broad in the development of *Tribolium castaneum*: Implications for the evolution of the holometabolous insect pupa. *Development*, 135(3), 569–577. <https://doi.org/10.1242/dev.015263>
- Syarifah, Z. S. A., & Yaakop, S. 2016. Mimicry of formaldehyde as aldehyde: a potential and novel chemical compound to control storage pests. *Serangga*, 21(2), 43–55.

- Tatun, N., Kumdi, P., Tungjitwitayakul, J., & Sakurai, S. 2018. Effects of 20-hydroxyecdysone on the development and morphology of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *European Journal of Entomology*, 115, 424–431. <https://doi.org/10.14411/EJE.2018.042>
- Vayias, B. J., & Athanassiou, C. G. 2004. Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection*, 23(7), 565–573.
- Wagiman, F. . 2014. *Hama Pascapanen dan Pengelolaanya* (Pram's (ed.)). Gadjah Mada University Press.
- Widyaningsih, S. 2024. Identifikasi jenis OPT pada komoditi biji pinang ( *Areca catechu* ) di laboratorium balai karantina hewan , ikan dan tumbuhan sumatera barat. 716–724.
- Yuan, P., Liu, D., Tan, D. Y., Liu, K. K., Yu, H. G., Zhong, Y. H., Yuan, A. H., Yu, W. Bin, & He, H. P. 2013. Surface silylation of mesoporous/macroporous diatomite (diatomaceous earth) and its function in Cu(II) adsorption: The effects of heating pretreatment. *Microporous and Mesoporous Materials*, 170, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2012.11.030>
- Yustinah, Hudzaifah, Aprilia, M., & AB, S. 2019. kesetimbangan adsorpsi logam berat (Pb) dengan adsorben tanah diatomit secara batch. 8(2), 37–43.
- Zeni, V., Baliota, G. V., Benelli, G., Canale, A., & Athanassiou, C. G. 2021. Diatomaceous earth for arthropod pest control: Back to the future. *Molecules*, 26(24), 1–29. <https://doi.org/10.3390/molecules26247487>
- Zulaikha, S., Halim, M., Nor, A. A. R., & Yaakop, S. 2018. Diversity and abundance of storage pest in rice warehouses in Klang, Selangor, Malaysia. *Serangga*, 23(1), 89–98.