

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP TINGKAT KEMATIAN
KUTU BERAS (*SITOPHILLUS ORYZAE*) DALAM TUMPUKAN BERAS**

(Skripsi)

Oleh

**Amanda Amelia Putri
2114071016**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP TINGKAT KEMATIAN KUTU BERAS (*SITOPHILUS ORYZAE* L.) DALAM TUMPUKAN BERAS

Oleh

AMANDA AMELIA PUTRI

Beras sebagai makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Namun seringkali mengalami gangguan/serangan hama gudang selama masa penyimpanan. *Sitophilus oryzae* L. merupakan hama gudang yang sering dijumpai pada beras. Kerusakan yang ditimbulkan hama ini berupa beras berlubang dan rapuh, bahkan jika kerusakan berat dapat menyebabkan beras menjadi bubuk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap tingkat kematian kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.) dalam tumpukan beras.

Perlakuan dilakukan dengan variasi suhu 50°C, 55°C, 60°C, 65°C dan 70°C serta durasi pemanasan 10, 20, 30, dan 40 menit dengan menggunakan oven sebagai sumber panas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan durasi pemanasan secara signifikan memengaruhi tingkat kematian hama ($P < 0,05$). Suhu 50°C dan 55°C tidak memberikan efek yang berbeda nyata terhadap kematian hama meskipun diberi perlakuan lama waktu 40 menit, sementara suhu 65°C dan 70°C terbukti efektif menyebabkan kematian total 100% dalam waktu 40 menit. Proses perpindahan panas dari udara oven ke tubuh serangga hama melalui media beras memerlukan waktu agar panas menyebar secara merata, sehingga durasi pemanasan menjadi faktor penting untuk memastikan efektivitas perlakuan. Temuan ini menunjukkan bahwa perlakuan panas merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengendalian hama gudang tanpa penggunaan pestisida kimia.

Kata kunci: *Sitophilus oryzae* L. suhu, waktu, kematian hama, pengendalian panas

ABSTRACT

The Effect Of Temperature And Time On The Mortality Rate Of The Rice Weevil (*Sitophilus Oryzae* L.) In Rice Piles

By

Amanda Amelia Putri

Rice is a staple food for most Indonesian people. However, it is often disturbed/attacked by warehouse pests during storage. *Sitophilus oryzae* L. is a warehouse pest that is often found in rice. The damage caused by this pest is in the form of hollow and brittle rice, even if severe damage can cause rice to become powder. Therefore, this study aims to determine the effect of temperature and heating time on the death rate of rice weevils (*Sitophilus oryzae* L.) in piles of rice.

The treatment was carried out with temperature variations of 50°C, 55°C, 60°C, 65°C and 70°C and heating durations of 10, 20, 30, and 40 minutes using an oven as a heat source. The results of this study indicate that increasing temperature and heating duration significantly affect the mortality rate of pests ($P < 0.05$). Temperatures of 50°C and 55°C did not have a significant effect on pest mortality even though the treatment was given for 40 minutes, while temperatures of 65°C and 70°C proved effective in causing 100% total mortality within 40 minutes. The process of heat transfer from the oven air to the body of the insect pest through the rice medium requires time for the heat to spread evenly, so the duration of heating is an important factor in ensuring the effectiveness of the treatment. These findings indicate that heat treatment is one method that can be used in controlling warehouse pests without the use of chemical pesticides.

Key words: *Sitophilus oryzae*, temperature, time, insect mortality, thermal control

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP TINGKAT KEMATIAN
KUTU BERAS (*SITOPHILLUS ORYZAE*) DALAM TUMPUKAN BERAS**

Oleh

Amanda Amelia Putri

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP
TINGKAT KEMATIAN KUTU BERAS
(*SITOPHILUS ORYZAE*) DALAM TUMPUKAN
BERAS

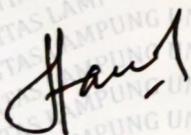
Nama Mahasiswa : **Amanda Amelia Putri**

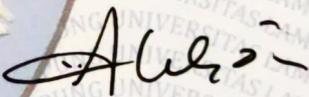
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114071016

Jurusan/PS : Teknik Pertanian

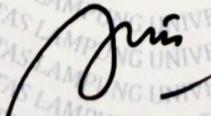
Fakultas : Pertanian




Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP. 196212311987031030


Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.
NIP. 197007031998022001

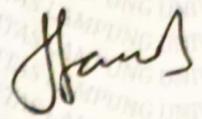
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

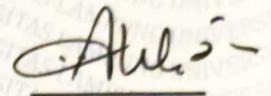
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**

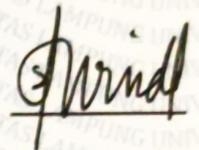


Sekretaris : **Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc.**



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

IP 1981118989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Mei 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Amanda Amelia Putri NPM. 2114071016

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang ditulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh ketua komisi Pembimbing, **1.) Dr. Ir. Tamrin, M.S. dan 2.) Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.**

Berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan.

Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan dari beberapa sumber lainnya (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukankah hasil plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ada kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkan.

Bandar Lampung, 15 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,



Amanda Amelia Putri

NPM. 2114071016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Braja Sakti, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, pada tanggal 27 Februari 2003. Penulis lahir dari pasangan Dody Wahyudi dan Susi Ambarwati, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara yakni, Rischa Valentina dan M. Dimas Arisky.

Tahun 2009 penulis memulai pendidikan Sekolah Dasar di SDN 3 Braja Sakti, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur sampai tahun 2015. Setelah tamat Sekolah Dasar penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama SMPN 1 Way Jepara dan Tamat pada tahun 2018. Kemudian di tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas SMAN 1 Way Jepara dan lulus pada tahun 2021. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Tahun 2021, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa pada tahun 2023-2024 pernah menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Fisika Dasar serta Listrik dan Elektronika.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada waktu kenaikan dari Semester 5 ke Semester 6 tepatnya pada bulan Januari hingga Februari selama 40 hari, di Desa Kota Guring, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan. Dan melaksanakan Praktik Umum (PU) pada bulan Juli-Agustus selama 30 hari kerja di PT. *Great Giant Pineapple* (GGP) Terbanggi Besar, Lampung Tengah, tepatnya pada *Department Packing House Guava Product*.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'aalamin...

Puji syukur senantiasa saya haturkan kepada Allah SWT., yang telah memberikan segala nikmat-Nya sehingga saya dapat mempersembahkan hasil karya ini sebagai bentuk rasa syukur, cinta kasih, kepada:

Diri sendiri yang masih bertahan sampai skripsi ini selesai ditulis, serta kepada kedua orang tuaku (Dody Wahyudi dan Susi Ambarwati), yang tidak pernah berhenti mendukungku di segala hal dengan doa-doa yang dipanjatkan kepada-Nya. Serta kepada kakak dan adikku tercinta yang selalu memberikan semangat kepadaku.

SANWACANA

Puji Syukur atas keberkahan dan nikmat yang diberikan oleh Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, karunia serta nikmat iman, nikmat sehat dan nikmat sempat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penyusunan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Tingkat Kematian Kutu Beras (*Sitophilus oryzae*) dalam Tumpukan Beras**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak masukan, saran, bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sangat tulus kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN Eng, selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah membimbing dan telah memberikan saran, arahan dan dorongan selama masa menyelesaikan skripsi;
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, memberikan saran serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi;

6. Ibu Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran dan masukannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman serta bantuan yang telah diberikan baik dalam perkuliahan ataupun dalam hal lainnya;
8. Kedua Orang Tuaku, untuk Papah Dody Wahyudi dan Mamak Susi Ambarwati serta Kakak dan Adik, Rischa Valentina dan M. Dimas Arisky yang selalu memberikan dorongan dan semangat kepada penulis, dan keponakanku Dillan Alrescha Nareswara;
9. Sahabat ku Dyas Kinanti, Muhammad Rivo Cahyo Firmansyah, Nyoman Dia Rahma Putri, Anna Aufa Nurrohmah, dan Rini Kristiani yang telah kebersamai penulis sejak bangku sekolah SMP (bahkan TK). Terima kasih atas semua hiruk-pikuk kehidupan yang telah kita lewati bersama selama mengerjakan karya ini, semoga berlanjut kebersamaannya;
10. Galih Shalik Prasetyo sebagai motivator untuk penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini;
11. Teman seperjuangan Nurvita Anggraini, Pingkan Najua Demato, Rara Maharani Bintang Lampung dan Reni Fitriani Puspita yang sudah selalu bersama dalam menjalankan urusan administrasi sedari Mahasiswa Baru hingga menjadi Mahasiswa Semester Akhir ini, semoga kita selamanya senantiasa menjadi kita;
12. Teman-teman seperjuangan yaitu Teknik Pertanian Angkatan 2021 yang telah kebersamai dari awal hingga akhir, yang telah memberikan semangat;
13. Teman-teman online ku Schela, dan Markucang yang telah menemani penulis selama perkuliahan dan penghilang penat dengan bermain *Mobile legends*;
14. Terima kasih kepada diri sendiri karena sudah bertahan sejauh ini, terima kasih sudah berjuang dan memberikan gelar baru kepada diri ini, jangan berhenti dan puas berjuang disini, lanjutkan terus berjuang sampai menambah gelar-gelar berikutnya;

15. Serta semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini penulis ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi tidaklah sempurna. Oleh karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun pada skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga dengan adanya karya ini dapat digunakan dan bermanfaat sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 19 Mei 2025
Penulis,

Amanda Amelia Putri

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|------------|
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Hipotesis Penelitian | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kutu Beras | 4 |
| 2.1.1 Klasifikasi Kutu Beras (<i>Sitophilus oryzae</i>)..... | 5 |
| 2.1.2 Siklus Hidup <i>Sitophilus oryzae</i> L..... | 5 |
| 2.2 Gudang Penyimpanan Beras | 6 |
| 2.3 Pengendalian Hama..... | 8 |
| 2.4 Perpindahan Panas | 9 |
| 2.5 Sumber Panas | 9 |
| III. METODE PENELITIAN | 11 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 11 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 11 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 11 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 12 |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----------|
| 3.5 | Parameter Pengamatan..... | 15 |
| 3.6 | Analisis data..... | 15 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 16 |
| 4.1 | Pengaruh Suhu Terhadap Tingkat Kematian Hama | 16 |
| 4.2 | Pengaruh Waktu Terhadap Tingkat Kematian Hama | 19 |
| 4.3 | Pengaruh Interaksi Antara Suhu dan Waktu Terhadap Tingkat Kematian Hama Gudang <i>Sitophilus oryzae</i> L..... | 19 |
| 4.4 | Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Tingkat Kematian Larva dan Pupa <i>Sitophilus oryzae</i> L. | 23 |
| 4.5 | Tingkat Kematian Hama Gudang <i>Sitophilus oryzae</i> L. Terhadap Suhu Rendah | 23 |
| 4.6 | Perubahan Suhu Pada Beras..... | 24 |
| V. KESIMPULAN..... | | 26 |
| 5.1 | Kesimpulan | 26 |
| 5.2 | Saran | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 27 |
| LAMPIRAN..... | | 31 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. <i>Sitophilus oryzae</i> L..... | 5 |
| 2. Siklus Hidup Kutu Beras..... | 6 |
| 3. Gudang Penyimpanan Beras | 7 |
| 4. Diagram Alir Penelitian | 14 |
| 5. Sampel Perlakuan T ₅ W ₄ U ₂ (Kiri) dan T ₁ W ₁ U ₁ (Kanan)..... | 16 |
| 6. Grafik Rerata Persentase Tingkat Kematian Hama | 17 |
| 7. Grafik Interaksi Suhu dan Waktu Terhadap Tingkat Kematian Hama (%)..... | 22 |
| 8. Grafik Perubahan Suhu dalam Beras | 25 |
| 9. Alat dan Bahan yang Digunakan..... | 35 |
| 10. Penimbangan Sampel Beras Sebelum diberi Perlakuan..... | 35 |
| 11. Penghitungan Individu Kutu Mati Pada Beras..... | 36 |
| 12. Proses Memasukkan Individu Kutu ke dalam Kantong Berisi Beras | 36 |
| 13. Beras dalam Kantong Siap Diberi Perlakuan..... | 37 |
| 14. Mengatur Suhu dan Waktu Oven..... | 37 |
| 15. Memasukkan Kantong Beras ke dalam Oven | 38 |
| 16. Sampel Perlakuan T ₅ W ₄ U ₂ | 38 |
| 17. Sampel Perlakuan T ₁ W ₁ U ₁ | 39 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Variasi Perlakuan | 12 |
| 2. Uji Lanjut BNJ Perlakuan Suhu | 18 |
| 3. Uji Lanjut BNJ Perlakuan Waktu | 19 |
| 4. Uji ANOVA Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Tingkat kematian Hama Gudang <i>Sitophilus oryzae</i> L. dalam Tumpukan Beras..... | 20 |
| 5. Uji Lanjut BNJ Interaksi Suhu dan Waktu Terhadap Tingkat Kematian Hama (%)..... | 22 |
| 6. Data Persentase Kematian..... | 32 |
| 7. Pengamatan Perubahan Suhu dalam Bahan (Beras) | 32 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki produksi beras yang sangat besar. Beras sebagai bahan makanan pokok menjadi komoditas penting yang selalu dibutuhkan oleh masyarakat (January *et al.*, 2020). Menurut Badan Pusat Statistik (2023) produksi beras diperkirakan sebesar 30,90 juta ton. Produksi beras pada 2023 mengalami penurunan sebanyak 645,09 ribu ton atau 2,05 persen dibandingkan produksi beras di tahun 2022 yang sebesar 31,54 juta ton. Oleh karena itu, kualitas dan kuantitas beras perlu diimbangi dengan penanganan pascapanen seperti penyimpanan dan pengemasan yang tepat. Namun, penyimpanan beras seringkali terganggu oleh hama gudang sehingga menyebabkan kerusakan produk yang disimpan (BPS, 2023).

Hama yang sering dijumpai pada beras yaitu seperti *Sitophilus oryzae*, atau yang lebih dikenal sebagai kutu beras. Hama gudang atau hama bubuk padi (*Sitophilus oryzae*, L.) menyerang padi yang disimpan dengan cara menggerek butir padi atau beras dan memakan habis isinya. Serangan hama ini dapat mengakibatkan kualitas dan kuantitas bahan simpanan merosot. Keberadaan *S. oryzae* dapat mengurangi berat beras hingga lebih dari 10% dalam kondisi penyimpanan yang tidak terkontrol. Kerusakan yang diakibatkan oleh kutu beras yaitu berupa beras berlubang, jika serangan berat maka dapat menyebabkan beras menjadi bubuk (Mulyani dan Widyawati, 2016).

Upaya pengendalian untuk membebaskan bahan pangan di tempat penyimpanan dari serangga hama gudang yang saat ini dilakukan dengan cara perlakuan fumigasi (Arum, 2020). Fumigasi adalah suatu tindakan perlakuan terhadap suatu komoditas dengan menggunakan fumigan tertentu di dalam ruang kedap udara, pada suhu dan tekanan tertentu (Sesfao *et al.*, 2021). Bahan aktif yang efektif dan

sering digunakan untuk fumigasi bahan pangan berupa biji-bijian biasanya menggunakan senyawa fosfin (PH_3). Fosfin adalah fumigan berupa hidrogen fosfida yang memiliki pergerakan molekul sangat tinggi (Febrianti dan Suharto, 2019). Penggunaan fumigasi fosfida perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya resistensi pada serangga uji. Selain itu menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir 300.000 orang setiap tahun keracunan karena senyawa aktif tersebut dapat mengakibatkan penyakit akut dan kronis pada manusia (Abd-Allah *et al.*, 2022).

Pengendalian hama saat penyimpanan sangat berkaitan dengan suhu dan waktu yang menjadi faktor krusial dalam mempengaruhi perkembangan populasi *S. oryzae*. Menurut Shazali dan Smith (1985), *S. oryzae* yang di inkubasi pada suhu 35°C akan mengalami mortalitas pada hari ke-10 setelah infestasi. Suhu yang optimal untuk perkembangan *S. oryzae* adalah suhu kamar rata-rata atau sekitar 29°C (Shazali dan Smith, 1985). Di sisi lain, lamanya penyimpanan juga berpengaruh terhadap peningkatan populasi kutu beras, terutama pada penyimpanan yang melebihi 60 hari. Faktor-faktor lingkungan ini perlu dikendalikan untuk meminimalkan kerugian selama proses penyimpanan beras.

Dengan memperhatikan pentingnya pengendalian *S. oryzae*, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam pengaruh suhu dan waktu terhadap tingkat kematian hama gudang *Sitophilus oryzae* dalam tumpukan beras. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam pengelolaan penyimpanan beras, sehingga kualitas beras tetap terjaga dan kerugian dapat diminimalisir. Hasil dari penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan untuk strategi pengendalian hama di gudang-gudang penyimpanan beras di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian hama gudang jenis *Sitophilus Oryzae* pada tumpukan beras dalam suhu tinggi?

2. Berapa suhu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian hama gudang jenis *Sitophilus Oryzae* pada tumpukan beras?
3. Bagaimana pengaruh antara suhu dan waktu untuk menyebabkan kematian hama gudang jenis *Sitophilus Oryzae*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kombinasi suhu dan waktu yang optimal untuk menyebabkan kematian hama gudang (*Sitophilus oryzae* L.) dalam tumpukan beras.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengendalikan hama gudang dalam ruang lingkup gudang penyimpanan beras.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah suhu, waktu dan interaksi keduanya dapat berpengaruh terhadap tingkat kematian hama *Sitophilus oryzae*. Semakin tinggi suhu, maka semakin besar tingkat kematian hama gudang *S. oryzae* dan semakin lama waktu paparan juga semakin tinggi tingkat kematian *S. oryzae*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kutu Beras

Sitophilus oryzae, atau kutu beras (Gambar 1), merupakan salah satu hama utama yang sering ditemukan pada penyimpanan produk biji-bijian yang banyak ditemukan di negara-negara Asia (Zunjare *et al.*, 2016). Hama ini memiliki kemampuan untuk menurunkan kualitas beras baik secara fisik maupun nilai ekonominya, karena aktivitas makan dan reproduksi mereka di dalam tumpukan beras. Kerusakan tersebut meliputi penyusutan berat beras dan kontaminasi oleh racun kimiawi (mitotoksin) (Hendrival, Khairunnisa, *et al.*, 2022). Hama ini diketahui juga dapat merusak beras, sorgum, gandum. Dan jagung di penyimpanan. Kerusakan beras selama penyimpanan meliputi penurunan bobot dan kontaminasi beras dari kotoran serta penurunan kandungan nutrisi beras (Hendrival, Khaidir, *et al.*, 2022). *Sitophilus oryzae* L. dapat menyebabkan kerugian pascapanen hingga 10% di negara maju dan 20% atau lebih di negara berkembang dalam waktu beberapa bulan, terutama pada kondisi penyimpanan yang buruk (Phillips dan Throne, 2010). Karakteristik siklus hidup hama ini yang cepat serta kemampuan berkembangbiaknya pada berbagai kondisi suhu dan kelembaban menjadikan pengendaliannya cukup menantang bagi pengelola gudang penyimpanan beras.



Gambar 1. *Sitophilus oryzae* L. (Bulog, 2022)

2.1.1 Klasifikasi Kutu Beras (*Sitophilus oryzae*)

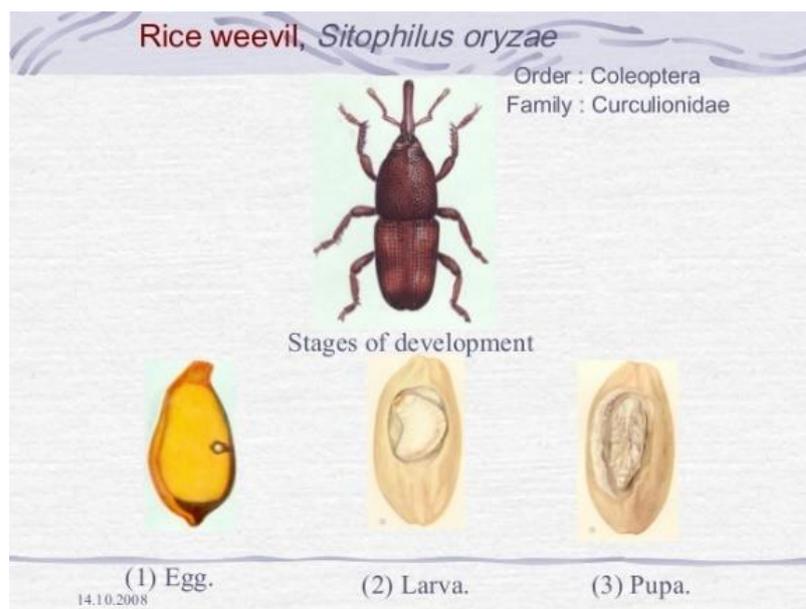
Klasifikasi hama kutu beras menurut Borror dkk. (1996) adalah sebagai berikut:

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Kingdom | : Animalia |
| Filum | : Athropoda |
| Kelas | : Insecta |
| Ordo | : Coleoptera |
| Family | : Curculionidae |
| Genus | : <i>Sitophilus</i> |
| Spesies | : <i>Sitophilus oryzae</i> Linnaeus |

2.1.2 Siklus Hidup *Sitophilus oryzae* L.

Siklus hidup kutu beras terdiri dari beberapa tahap, mulai dari telur, larva, pupa, hingga menjadi imago atau individu dewasa. Setiap tahapan tersebut dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban di sekitar tempat penyimpanan. Menurut Hasan *et al.* (2017) *Sitophilus oryzae* L. yang diinfestasikan pada suhu 25°C memiliki perkembangan yang lambat, sedangkan *Sitophilus oryzae* L. yang diinfestasikan pada suhu 35°C menunjukkan tingkat perkembangan yang tinggi pada semua tahap perkembangan (Aslam *et al.*, 2017). Siklus hidup hama *Sitophilus oryzae* berlangsung selama 25 hari pada kondisi optimum yaitu pada suhu 30°C dan *relative humidity* (RH) 70%. Imago *Sitophilus oryzae* berwarna hitam, hitam

kecoklatan dan coklat. Larva dan imago *Sitophilus oryzae* L. merusak endosperm beras sehingga mengurangi kandungan karbohidrat, protein dan vitamin serta mengurangi viabilitas pada benih serta membuat serealia rentan terhadap kontaminasi tungau dan cendawan (Hendrival dan Mayasari, 2017; Okpile *et al.*, 2021). Setiap betina bertelur hingga 150 butir atau lebih. Telur diletakkan satu per satu dalam lubang yang dibuatnya pada biji beras, kemudian ditutup kembali oleh gelatin hasil sekresi serangga betina. Periode telur berlangsung selama 6 hari pada suhu 25°C. Total periode perkembangan serangga ini antara 35 – 40 hari tergantung jenis biji yang diserangnya (Manueke *et al.*, 2015).



Gambar 2. Siklus Hidup Kutu Beras (Shahmilhfz, 2021)

2.2 Gudang Penyimpanan Beras

Gudang penyimpanan adalah fasilitas yang digunakan untuk menyimpan barang, produk, atau bahan baku sebelum didistribusikan atau dijual. Fungsi utama gudang adalah untuk menjaga kualitas barang yang disimpan, serta meminimalisir risiko kerusakan. Dalam konteks penyimpanan produk pangan, seperti beras, gudang juga harus dilengkapi dengan sistem kontrol lingkungan untuk mencegah kerusakan akibat hama dan kondisi penyimpanan yang tidak sesuai. Sesuai dengan Keputusan Presiden No. 29 Tahun 2000 pemerintah mendorong BULOG menuju suatu bentuk badan usaha dengan melaksanakan tugas di bidang manajemen logistik melalui pengelolaan persediaan, distribusi dan pengendalian

harga beras, serta usaha jasa logistik sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Selain itu juga sebagai fasilitas gudang guna sebagai penyimpanan beras. Dalam hal penyimpanan, Perum BULOG sudah memiliki aturan dari pemerintah untuk beras lokal maupun luar negeri agar sesuai standar nasional untuk kestabilan harga (Fathurrohman dan Pambudi, 2020)



Gambar 3. Gudang Penyimpanan Beras

Pentingnya pengendalian suhu dan kelembaban dalam gudang penyimpanan juga tidak dapat diabaikan, terutama untuk produk pangan. Suhu yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan pada barang yang disimpan, dan kelembaban yang tinggi dapat memicu pertumbuhan jamur serta serangan hama. Suhu yang biasa digunakan pada suhu penyimpanan adalah kisaran suhu ruang yaitu 29°C -32°C (Septama *et al.*, 2018). Iklim negara Indonesia yang panas dan lembab, merupakan kondisi yang sangat baik bagi pertumbuhan serangga hama, sehingga mempercepat proses penurunan kualitas. Beras yang disimpan di dalam gudang tradisional maupun gudang modern sering mendapat gangguan serangga hama sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dan kehilangan berat bahan (Hendrival dan Muetia, 2016). Kerusakan tersebut meliputi penyusutan berat beras dan kontaminasi oleh racun kimiawi (mitotoksin) (Hendrival, Khairunnisa, *et al.*, 2022). Apabila serangan serangga hama terus berlanjut maka terjadi penurunan mutu dan menyebabkan kontaminasi pada bahan pangan yang disimpan sehingga tidak layak untuk di konsumsi (Lopulalan *et al.*, 2010).

Dengan demikian, pengelolaan gudang penyimpanan yang baik tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memastikan kualitas dan keamanan produk yang disimpan.

2.3 Pengendalian Hama

Pengendalian hama adalah proses yang bertujuan untuk mengelola dan mengurangi populasi hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, produk pertanian, dan barang penyimpanan. Hama dapat terdiri dari berbagai jenis organisme, termasuk serangga, tikus, dan jamur, yang dapat merusak kualitas produk dan mengurangi hasil pertanian. Pengendalian hama yang efektif sangat penting untuk menjaga keberlanjutan produksi pangan dan meningkatkan kualitas hasil panen. Metode pengendalian hama dibagi menjadi beberapa kategori, termasuk pengendalian kimia, biologi, dan mekanis, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan tertentu.

Cara yang banyak digunakan untuk mengendalikan hama adalah dengan penggunaan insektisida. Penggunaan insektisida cukup efektif, tetapi mendatangkan permasalahan yaitu terdapat residu pada produk yang diberi insektisida sehingga muncul kekhawatiran terkait dampak lingkungan dan kesehatan manusia akibat residu insektisida (Mulyani dan Widyawati, 2016). Sebagai alternatif, pengendalian hama yang ramah lingkungan diperlukan dengan memanfaatkan pestisida nabati yang mudah teurai, mudah untuk didapatkan, dan tidak berbahaya bagi organisme lain yang bukan sasaran, serta terhadap manusia (Astriani, 2010).

Metode pengendalian biologi melibatkan penggunaan organisme hidup, seperti predator atau parasit, untuk mengendalikan populasi hama. Menurut Ehler (2006), pengendalian biologi adalah strategi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia (Ehler, 2006). Selain itu, pengendalian mekanis, seperti penggunaan perangkap, jaring, atau penghalang fisik, juga dapat menjadi solusi efektif untuk mengurangi infestasi hama. Kombinasi berbagai metode ini, yang sering disebut sebagai

pendekatan manajemen terpadu, dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam mengendalikan hama secara efektif dan berkelanjutan.

2.4 Perpindahan Panas

Panas didefinisikan sebagai energi yang dipindahkan dikarenakan perbedaan suhu. Panas mengalir dari tempat bersuhu lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah suhunya. Proses ini biasanya terjadi dengan tiga mekanisme utama: konduksi, konveksi, dan radiasi. (Rohsenow *et al.*, 1998). Perpindahan panas konduksi adalah proses perpindahan panas terjadi jika panas mengalir dari tempat temperaturnya tinggi ke tempat yang temperaturnya lebih rendah, dengan media penghantar panas tidak berpindah (Puspawan *et al.*, 2020). Konveksi adalah perpindahan panas oleh gerakan massa fluida, terjadi antara permukaan dan fluida yang bergerak ketika berada pada suhu yang berbeda (Luhulima & Titahelu, 2010). Radiasi adalah suatu proses perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara. Energi matahari bisa sampai ke permukaan bumi adalah dengan cara radiasi (pancaran), karena diantara Bumi dan Matahari terdapat ruang hampa. (Priatam *et al.*, 2021).

Dalam konteks penyimpanan beras, pemahaman tentang konduksi dan konveksi sangat penting untuk mengatur suhu penyimpanan dan mencegah pertumbuhan hama. Memanfaatkan energi panas sebagai pengendalian tingkat kematian hama kutu beras dalam hal ini dilakukan dengan aliran konduksi, dimana perpindahan panas terjadi karena molekul bahan padat yaitu beras yang bersumber dari heater sebagai sumber panas utama. Panas yang digunakan pun melebihi suhu penyimpanan ruangan. *Sitophilus oryzae* L. mampu bertahan hidup pada suhu penyimpanan 29°C. Suhu penyimpanan yang meningkat melebihi 29°C akan menyebabkan *Sitophilus oryzae* L. mengalami mortalitas 100% (Mastuti *et al.*, 2020).

2.5 Sumber Panas

Sumber energi panas merupakan suatu benda yang mampu menghasilkan atau memancarkan energi dalam bentuk panas kemudian disalurkan ke media untuk

digunakan dalam berbagai kebutuhan (Ramadhan *et al.*, 2021). Energi panas juga disebut energi kalor atau energi termal. Sumber energi panas dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya seperti energi matahari, panas bumi, biomassa, listrik, bahan bakar fosil dan energi nuklir. Dalam konteks pengendalian hama gudang, pemanfaatan sumber panas berupa peningkatan suhu atau pengaliran udara panas ke dalam ruangan tertutup untuk mengendalikan berbagai jenis hama gudang. Peningkatan suhu lingkungan dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme serangga, termasuk hama gudang yang bersifat poikilotermik, sehingga suhu tubuhnya mengikuti suhu udara habitatnya (Zahro, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November 2024 hingga Februari 2025. Bertempat di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pascapanen, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah penyimpanan (kantong kain 8 x 10 cm), karet, pinset, oven, timbangan dan nampan. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu beras, dan kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.). Alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 9 (Lampiran).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial, dengan 2 faktor yaitu faktor suhu (T) dan lama waktu (W). Faktor suhu (T) terdiri dari 5 taraf perlakuan, sedangkan faktor waktu penyimpanan (W) terdiri dari 4 taraf perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 80 satuan percobaan (Tabel 1).

Faktor suhu penyimpanan terdiri dari 5 taraf perlakuan, yaitu:

1. T_1 : 50°C
2. T_2 : 55°C
3. T_3 : 60°C
4. T_4 : 65°C
5. T_5 : 70°C

Faktor lama waktu penyimpanan terdiri dari 4 taraf perlakuan, yaitu:

1. W_1 : 10 menit
2. W_2 : 20 menit

3. W_3 : 30 menit
4. W_4 : 40 menit

Tabel 1. Variasi Perlakuan

| No. | Suhu | Waktu | Ulangan | | | |
|-----|-------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | T_1 | W_1 | $T_1W_1U_1$ | $T_1W_1U_2$ | $T_1W_1U_3$ | $T_1W_1U_4$ |
| | | W_2 | $T_1W_2U_1$ | $T_1W_2U_2$ | $T_1W_2U_3$ | $T_1W_2U_4$ |
| | | W_3 | $T_1W_3U_1$ | $T_1W_3U_2$ | $T_1W_3U_3$ | $T_1W_3U_4$ |
| | | W_4 | $T_1W_4U_1$ | $T_1W_4U_2$ | $T_1W_4U_3$ | $T_1W_4U_4$ |
| 2 | T_2 | W_1 | $T_2W_1U_1$ | $T_2W_1U_2$ | $T_2W_1U_3$ | $T_2W_1U_4$ |
| | | W_2 | $T_2W_2U_1$ | $T_2W_2U_2$ | $T_2W_2U_3$ | $T_2W_2U_4$ |
| | | W_3 | $T_2W_3U_1$ | $T_2W_3U_2$ | $T_2W_3U_3$ | $T_2W_3U_4$ |
| | | W_4 | $T_2W_4U_1$ | $T_2W_4U_2$ | $T_2W_4U_3$ | $T_2W_4U_4$ |
| 3 | T_3 | W_1 | $T_3W_1U_1$ | $T_3W_1U_2$ | $T_3W_1U_3$ | $T_3W_1U_4$ |
| | | W_2 | $T_3W_2U_1$ | $T_3W_2U_2$ | $T_3W_2U_3$ | $T_3W_2U_4$ |
| | | W_3 | $T_3W_3U_1$ | $T_3W_3U_2$ | $T_3W_3U_3$ | $T_3W_3U_4$ |
| | | W_4 | $T_3W_4U_1$ | $T_3W_4U_2$ | $T_3W_4U_3$ | $T_3W_4U_4$ |
| 4 | T_4 | W_1 | $T_4W_1U_1$ | $T_4W_1U_2$ | $T_4W_1U_3$ | $T_4W_1U_4$ |
| | | W_2 | $T_4W_2U_1$ | $T_4W_2U_2$ | $T_4W_2U_3$ | $T_4W_2U_4$ |
| | | W_3 | $T_4W_3U_1$ | $T_4W_3U_2$ | $T_4W_3U_3$ | $T_4W_3U_4$ |
| | | W_4 | $T_4W_4U_1$ | $T_4W_4U_2$ | $T_4W_4U_3$ | $T_4W_4U_4$ |
| 5 | T_5 | W_1 | $T_5W_1U_1$ | $T_5W_1U_2$ | $T_5W_1U_3$ | $T_5W_1U_4$ |
| | | W_2 | $T_5W_2U_1$ | $T_5W_2U_2$ | $T_5W_2U_3$ | $T_5W_2U_4$ |
| | | W_3 | $T_5W_3U_1$ | $T_5W_3U_2$ | $T_5W_3U_3$ | $T_5W_3U_4$ |
| | | W_4 | $T_5W_4U_1$ | $T_5W_4U_2$ | $T_5W_4U_3$ | $T_5W_4U_4$ |

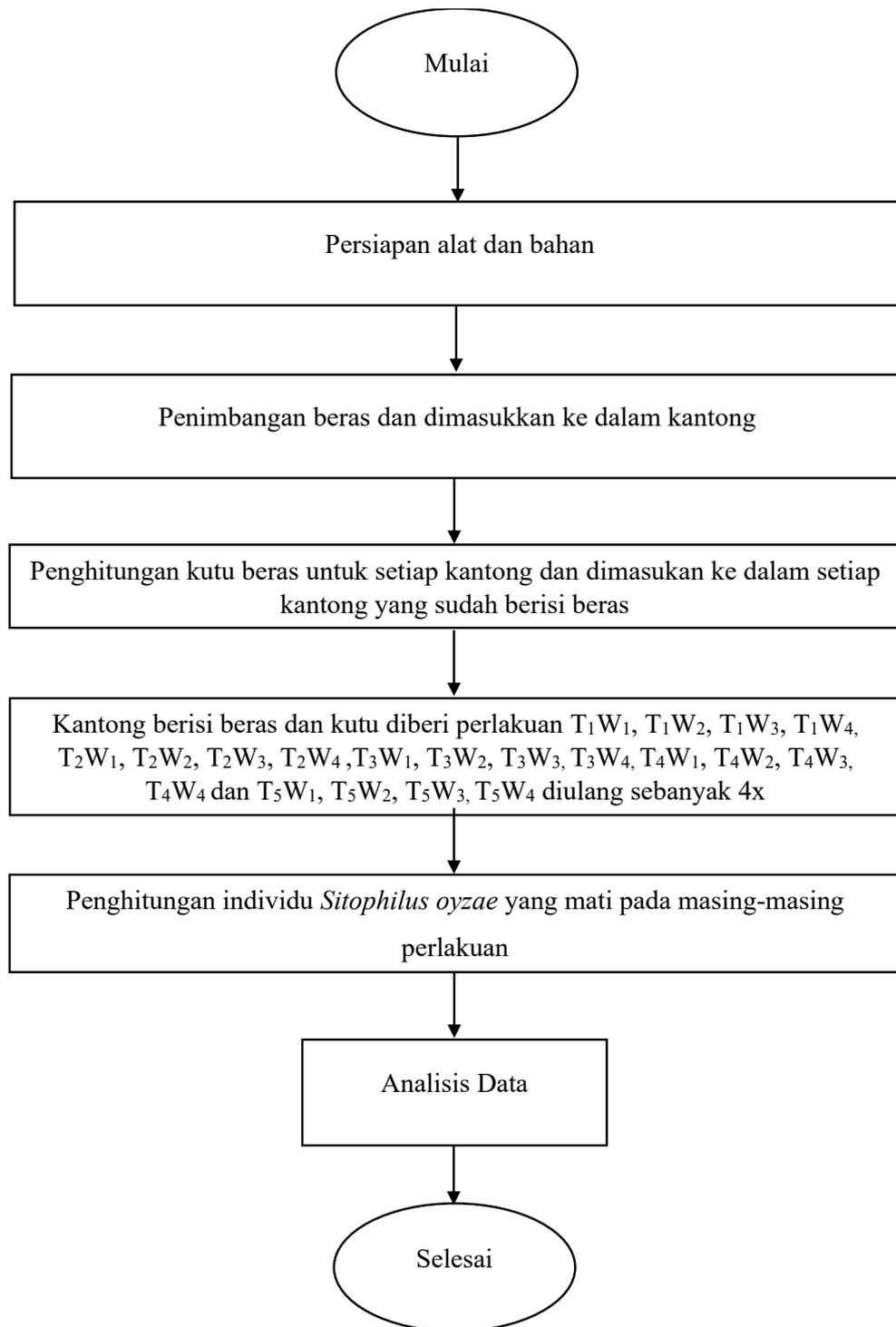
Keterangan: T = Suhu, W = Waktu

Jumlah beras yang digunakan pada setiap kombinasi perlakuan T dan W sebanyak 25 gram, sehingga total beras untuk 4 kali ulangan yaitu 2000 gram beras. Dengan masing-masing perlakuan T sebanyak 400 gram. Adapun mutu beras yang digunakan telah sesuai dalam SNI 6128:2020 dengan kadar air maksimal 14%.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan menyiapkan alat dan bahan seperti wadah (kantong) beras, timbangan, oven, karet, penjepit, dan beras serta kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.) Kemudian melakukan penimbangan sampel beras seberat

25 gram, dan dimasukkan kutu beras sebanyak 10 individu ke dalam kantong sampel beras. Kantong sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven yang telah disetel sesuai suhu perlakuan. Setelah waktu yang ditentukan (W_1 , W_2 , W_3 , W_4) berlalu, sampel akan dikeluarkan dari oven untuk diamati. Kemudian, dilakukan penghitungan jumlah individu yang mati pada masing-masing perlakuan suhu dan waktu. Hasil yang diperoleh akan dianalisis untuk menentukan pengaruh variasi suhu dan waktu terhadap tingkat kematian, serta untuk memahami suhu dan durasi yang paling efektif dalam pengendalian *Sitophilus oryzae* L. pada kondisi penyimpanan. Tahap-tahap penelitian dapat dilihat pada diagram alir Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.5 Parameter Pengamatan

Pada penelitian ini data parameter yang diamati adalah tingkat kematian hama *Sitophilus oryzae* L.

Terdapat 80 satuan unit percobaan dalam pengamatan ini. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung individu *S. oryzae* yang mati setelah diberi perlakuan. Persentase tingkat kematian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M = \frac{y}{x} \times 100\%$$

Keterangan:

M : Persentase tingkat kematian kutu beras

x : Jumlah kutu beras yang digunakan

y : Jumlah kutu beras yang mati

3.6 Analisis data

Data dari hasil pengamatan dianalisa dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), apabila terjadi hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) dan data disajikan dalam bentuk tabel, serta grafik. Analisa pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft Excel*.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Suhu dan waktu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap tingkat kematian kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.)
2. Suhu 50°C, 55°C, dan 60°C dengan waktu pemanasan 10-40 menit tidak efektif untuk mematikan kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.)
3. Suhu 65°C dan 70°C dengan waktu pemanasan 40 menit efektif untuk mematikan kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.) dengan tingkat kematian mencapai 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini terdapat beberapa saran, diantaranya:

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar ilmu untuk mengendalikan hama gudang dengan metode penggunaan udara panas.
2. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian tentang tingkat kematian hama gudang selain *Sitophilus oryzae* L.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Allah, M., Abdalla, A., Mohamed, N., Rady, M., Farrag, A., Salama, K., Rakha, G., dan Elfakhrany, Y. 2022. Updates on toxicology of Aluminum Phosphide and different management protocols. *Zagazig University Medical Journal*, 0(0), 0–0.
- Arum, R. S. 2020. Pengaruh Fumigasi Phospine (Ph₃) Dalam Mengendalikan *Tribolium Castaneum* (Herbst) Pada Tepung Gandum. *Jurnal Bioindustri*, 2(2), 466–475.
- Aslam, A., Jafir, M., Wajid, M., Shehzad, M., Chaudhary, M. Z., dan Aftab, M. 2017. Effect of temperature and relative humidity on development of *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*.
- Astriani, D. 2010. Pemanfaatan Gulma Babadotan Dan Tembelekan Dalam Pengendalian *Sitophilus* Spp. Pada Benih Jagung. *Jurnal AgriSains*, 1(1), 56–67.
- BPS. 2023. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023 (Angka Sementara). *Badan Pusat Statistik Indonesia*.
<https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023--angka-sementara.html>
- Danks, H. V. 1994. *Insect life-cycle polymorphism: Theory, evolution and ecological consequences for seasonality and diapause control*. Springer Netherlands.
- Ehler, L. E. 2006. Integrated pest management (IPM): Definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Management Science*, 62(9), 787–789.
- Fathurrohman, Y. E., dan Pambudi, R. 2020. Analisis Penyimpanan Beras Melalui Perum Bulog Sub Divre Pekalongan Terhadap Kestabilan Harga. *AgriTech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 22(1).

- Febrianti, S. Z., Suharto, S. 2019. Pengaruh Fosfin (Ph3) Terhadap Mortalitas Hama Gudang *Sitophilus Oryzae* L. Pada Komoditas Gandum. *Jurnal Bioindustri*, 2(1), 274–284.
- Fields, P. G. 1992. The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 28(2), 89–118.
- Hendrival, H., dan Mayasari. 2017. Kerentanan dan Kerusakan Beras Terhadap Serangan Hama Pascapanen *Sitophilus zeamais*, L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal AGRO*, 4 (2), 68-79.
- Hendrival, H., dan Muetia, R. 2016. Pengaruh Periode Penyimpanan Beras terhadap Pertumbuhan Populasi *Sitophilus oryzae* (L.) dan Kerusakan Beras. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(1), 95–101.
- Hendrival., Khaidir., Rahmaniah., Afzal, A., dan Nasution, H. F. 2022. Klasifikaswi Kerentanan Beras dari Plasma Nutfah Padi Lokal Aceh Terhadap Hama *Sitophilus oryzae* (L.). *Jurnal Agrotech*, 12(1), 23-32.
- Hendrival., Khairunnisa, R., dan Munawwar, M. M. 2022. Variasi Kerentanan dan Kerusakan Serealia setelah Infestasi Hama Kumbang Bubuk (*Sitophilus oryzae* L.) Berdasarkan Kadar Air. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(1), 73–84.
- January, B., Rwegasira, G. M., dan Tefera, T. 2020. Rice stem borer species in Tanzania: A review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81(1), 36.
- Lopulalan, C. G. C., Breemer, R., dan Polnaya, F. J. 2010. Analisa Ketahanan Beberapa Varietas Padi Terhadap Serangan Hama Gudang (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). 6(1).
- Luhulima, R., dan Titahelu, N. 2010. Studi Eksperimen Pengaruh Panjang Karakteristik (Le) Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Natural Pada Pelat Datar. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 740–743.
- Manueke, J., Tulung, M., dan Mamahit, J. M. E. 2015. Biologi *Sitophilus Oryzae* Dan *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera; Curculionidae) Pada Beras Dan Jagung Pipilan. *EUGENIA*, 21(1).
- Mastuti, R. D., Subagiya, S., dan Wijayanti, R. 2020. Serangan *Sitophilus oryzae* Pada Beras Dari Beberapa Varietas Padi dan Suhu Penyimpanan.

Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi, 22(1), 16.
<https://doi.org/10.20961/agsjpa.v22i1.34672>.

- Mulyani, C., dan Widyawati, D. 2016. Efektivitas Insektisida Nabati Pada Padi (*Oryza Sativa*, L.) Yang Disimpan Terhadap Hama Bubuk Padi (*Sitophilus oryzae* L). *AGROSAMUDRA*, 3(1), 10–16.
- Okpile, C., Zakka, U., dan Nwosu, L. C. 2021. *Susceptibility of ten rice brands to weevil, Sitophilus oryzae L. (Coleoptera: Curculionidae), and their influence on the insect and infestation rate. Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 2.
- Phillips, T. W., and Throne, J. E. 2010. Biorational Approaches to Managing Stored-Product Insects. *Annual Review of Entomology*, 55(1), 375–397.
- Priatam, P. P. T. D., Fitra, M. Z., Suwarno, dan Harahap, P. 2021. Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *Rekayasa Elektrikal Dan Energi : Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54.
- Puspawan, A., Pangestu, M. A., dan Suandi, A. 2020. *The Heat Transfer Flow Analysis Of Standard Plate Stell Of Jis G3106 Grade Sm20b On Pre-Heating Joint Web Plate I- Girder Process Case Study In Pt. Bukaka Teknik Utama, Bogor Regency, West Java Province*.
- Ramadhan, M. T., Haryanti, M., Mt, S., Sugiharto, A., dan Mt, S. 2021. *Potensi Pemanfaatan Sumber Panas Pembakaran Sampah Tempurung Kelapa Sebagai Penghasil Listrik Dengan Prinsip Termoelektrik Generator*.
- Rohsenow, W. M., Hartnett, J. P., and Cho, Y. I. (Eds.). 1998. *Handbook of heat transfer* (3rd ed). McGraw-Hill Education LLC.
- Septama, H. D., Yulianti, T., Sulistyono, W. E., Yudamson, A., dan Atmojo, R. S. T. 2018. *Smart Warehouse: Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembaban Gudang*.
- Sesfao, A. P., Lodingkene, J. A., dan Nenotek, P. S. 2021. Efektivitas Fumigan Aluminium Fosfida Terhadap *Rhyzoperta dominica* Pada Beras Di Gudang Perum BULOG Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Agrisa*, 10(1), 27–35.
- Shazali, M. E. H., and Smith, R. H. 1985. *Life history studies of internally feeding pests of stored sorghum: Sitotroga cerealella (Ol.) and Sitophilus oryzae (L.)*. *Journal of Stored Products Research*, 21(4), 171–178.

Zahro, N. 2015. Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Ulat Gayak *Spodoptera litura* F (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Kubis (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.). Universitas Jember.

Zunjare, R., Hossain, F., Muthusamy, V., Jha, S. K., Kumar, P., Sekhar, J. C., Thirunavukkarasu, N., dan Gupta, H. S. 2016. *Genetic variability among exotic and indigenous maize inbreds for resistance to stored grain weevil (Sitophilus oryzae L.) infestation. Cogent Food and Agriculture, 2(1).*