

**EFIKASI EKSTRAK LIMA JENIS DAUN TERHADAP MORTALITAS
KUMBANG KARAT PADI (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)**

(Skripsi)

Oleh

I GUSTI MADE PANJI ARIANTE



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**EFIKASI EKSTRAK LIMA JENIS DAUN TERHADAP MORTALITAS
KUMBANG KARAT PADI (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)**

Oleh

I GUSTI MADE PANJI ARIANTE

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EFIKASI EKSTRAK LIMA JENIS DAUN TERHADAP MORTALITAS KUMBANG KARAT PADI (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)

Oleh

I GUSTI MADE PANJI ARIANTE

Cryptolestes ferrugineus merupakan hama pascapanen yang menyerang bahan simpan dalam bentuk butiran pecah akibat serangan hama primer. Penelitian ini berlangsung di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Januari sampai November 2022, bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau terhadap mortalitas *C. ferrugineus* di laboratorium. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas lima ekstrak yaitu daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau dengan konsentrasi setiap bahan yaitu 0, 5, 10, 15, 20, dan 25%. Aplikasi ekstrak daun dilakukan dengan cara menyemprotkan ekstrak ke gabah yang sudah dimasukkan ke stoples. Setelah itu, dimasukkan hama *C. ferrugineus* sebanyak 30 individu yang terdiri atas 15 jantan dan 15 betina. Pengamatan dilakukan sampai 7 HSA (hari setelah aplikasi) untuk mengetahui mortalitas hama *C. ferrugineus*, LC_{50} , dan pengukuran penyusutan bobot gabah setelah 30 HSA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau dapat menyebabkan mortalitas *C. ferrugineus*. Ekstrak daun mimba dengan konsentrasi 25% mempunyai kemampuan paling efektif (toksik) dalam menyebabkan mortalitas total *C. ferrugineus* hingga 67,78% dan LC_{50} sebesar 2,43%.

Kata Kunci : *Cryptolestes ferrugineus*, ekstrak daun, mortalitas

Judul : **EFIKASI EKSTRAK LIMA JENIS DAUN TERHADAP MORTALITAS KUMBANG KARAT PADI (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)**

Nama mahasiswa : **I Gusti Made Panji Ariante**

NPM : **1714191014**

Jurusan : **Proteksi Tanaman**

Fakultas : **Pertanian**



Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S.
NIP 196012121986031009

Ir. Solikhin, M.P.
NIP 196209071989031002

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

Dr. Yuyun Fitriana, S.P, M.P.
NIP 198108152008122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S.



Anggota

: Ir. Solikhin, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Nur Yasin, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 06 Maret 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Efikasi Ekstrak Lima Jenis Daun terhadap Mortalitas Kumbang Karat Padi (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Maret 2023

Penulis

A red 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp with a QR code and a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila logo and the text 'METERAI 10000'.

I Gusti Made Panji Ariante
NPM 1714191014

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Brabasan, Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Mesuji pada tanggal 27 Desember 1998. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak I Gusti Made Suastika Jaye dan Ibu Ni Sayu Made Suarsiti.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 1 Tanjung Raya pada tahun 2011, SMP Negeri 1 Tanjung Raya tahun 2014, dan SMA Negeri 1 Tanjung Raya pada tahun 2017. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jurusan Proteksi Tanaman melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2020 di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun 2020 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Padang Tambak, Kecamatan Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat. Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Hama Penting Tanaman (2021), Hama Gudang dan Urban dan Hama Nirserangga (2021). Penulis juga pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai Anggota bidang 2 Seminar dan Diskusi 2018, 2019, dan Ketua Bidang 2 Seminar dan Diskusi tahun 2020.

PERSEMBAHAN

Om Swastyastu

Om Awighnam Astu Namoh Sidham

Om Sidhirastu Tad Astu Svaha

Puji syukur kehadiran Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala berkah dan rahmat-Nya, karya tulis ini penulis persembahkan kepada :

kedua orangtua penulis

Bapak I Gusti Made Swastika Jaye dan Ibu Ni Sayu Made Suarsiti sebagai tanda bukti dan cinta atas segala kasih sayang, dukungan dan kerja keras untuk penulis dalam menggapai impian

mbak penulis :

Ni Gusti Ayu Sari Rezeki atas segala dukungan dan kasih sayangnya serta teman-teman seperjuangan dan almamater tercinta.

MOTTO

“Sebab yang membuat orang dikenal adalah perbuatannya, pikirannya dan ucapan-ucapannya; hal itulah yang sangat menarik perhatian orang untuk mengetahui kepribadian seseorang. Oleh karena itu, hendaklah yang baik itu selalu dibiasakan dalam laksana, perkataan, dan pikiran”

(Sarasamuscaya sloka 77)

“Seni adalah kawan, ilmu adalah teman, agama adalah sahabat
Maka bertemanlah dengan seni, berkawanlah dengan ilmu, dan bersahabatlah dengan agama”

(I Ketut Bangbang Gde Rawi)

“Kita kerap kali merasa ingin kembali pada hal indah yang sudah kita tinggalkan tapi kita lupa bertanya pada diri sendiri, kembali untuk memperbaiki kesalahan atau kembali untuk mengulangi kesalahan”

(Fiersa Besari)

“Tidak ada yang salah dari sebuah pilihan, yang salah adalah ketika anda memilih pilihan tersebut kemudian anda mengeluh dan tidak mencoba pilihan yang lain”

(Dzawin Nur)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang telah memberikan rahmat, hidayah serta nikmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Efikasi Ekstrak Lima Jenis Daun terhadap Mortalitas Kumbang Karat Padi (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens)”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Lampung. Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam rangka penulisan skripsi.
2. Ibu Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yang telah memberikan banyak kemudahan bagi penulis dalam menjalani studi dan penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan ide penelitian, bimbingan, motivasi, saran, serta nasehat selama penelitian dan penulisan skripsi hingga selesai;
4. Bapak Ir. Solikhin, M.P., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi;
5. Bapak Ir. Nur Yasin, M.Si., selaku Dosen Pembahas atas bimbingan, nasehat, saran, serta motivasi selama masa studi di Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

6. Bapak Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P., selaku Pembimbing Akademik (PA) selama menjadi mahasiswa di di Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Seluruh dosen Jurusan Proteksi Tanaman atas semua ilmu, didikan, dan bimbingan yang penulis peroleh selama masa studi di Universitas Lampung;
8. Orang tua tercinta Bapak I Gusti Made Suastika Jaye dan Ibu Ni Sayu Made Suarsiti yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, dan doa kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
9. Mbakku tersayang, Ni Gusti Ayu Sari Rezeki yang selalu memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
10. Sahabat-sahabatku Fajar, Alan, Habib, Lia untuk persahabatan, perdebatan dan bantuan serta selalu memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
11. Kawan-kawan Jurusan Proteksi Tanaman angkatan 2017, angkatan 2018 (Alfira dan Tiara) atas segala cerita indah semasa kuliah serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menjalani perkuliahan hingga menulis skripsi;
12. Bang Nando, Fajar, Aini dan Latifah yang sudah banyak membantu dalam pengolahan data penelitian dan pelaksanaan penelitian ini;
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Svaha.

Bandar Lampung, 06 Maret 2023
Penulis

I Gusti Made Panji Ariante

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	6
2.1.1 Klasifikasi.....	6
2.1.2 Biologi <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	7
2.1.3 Kerusakan akibat <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	7
2.2 Ekstrak Daun	7
2.2.1 Alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i> L.)	8
2.2.2 Bandotan (<i>Ageratum conyzoides</i> L)	9
2.2.3 Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.).....	9
2.2.4 Tanaman Mimba (<i>Azadirachta indica</i>).....	10
2.2.5 Sirih Hijau (<i>Piper betle</i>)	10
III. BAHAN DAN METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.2 Bahan dan Alat	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.4.1 Pengadaan Gabah dan Pengukuran Kadar Air	13
3.4.2 Pemiakan Serangga Uji	13
3.4.3 Pembuatan Ekstrak Daun.....	13

3.5 Aplikasi Ekstrak Daun.....	13
3.6 Variabel Pengamatan.....	14
3.7 Analisis Data.....	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Hasil.....	15
4.1.1 Mortalitas hama <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	15
4.1.1.1 Ekstrak Daun Alang-Alang	15
4.1.1.2 Ekstrak Daun Bandotan	17
4.1.1.3 Ekstrak Daun Mengkudu	19
4.1.1.4 Ekstrak Daun Mimba.....	21
4.1.1.5 Ekstrak Daun Sirih Hijau.....	23
4.1.2 LC ₅₀ Hama <i>Cryptolestes ferrugineus</i> dengan Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun.....	25
4.2 Pembahasan	26
V. SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan.....	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh aplikasi daun ekstrak alang-alang terhadap mortalitas hama <i>C. ferrugineus</i> di gabah	16
2. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun alang-alang terhadap bobot gabah (g).....	17
3. Pengaruh aplikasi ekstrak daun bandotan terhadap mortalitas hama <i>C. ferrugineus</i> di gabah	18
4. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun bandotan terhadap bobot gabah	19
5. Pengaruh aplikasi daun mengkudu terhadap mortalitas hama <i>C. ferrugineus</i> di gabah	20
6. Pengaruh konsentrasi mengkudu terhadap bobot gabah	21
7. Pengaruh aplikasi daun mimba terhadap mortalitas hama <i>C. ferrugineus</i> di gabah	22
8. Pengaruh konsentrasi daun mimba terhadap bobot gabah	23
9. Pengaruh aplikasi daun sirih hijau terhadap mortalitas hama <i>C. ferrugineus</i> di gabah	24
10. Pengaruh konsentrasi daun sirih hijau terhadap bobot gabah	25
12. Rata-rata LC ₅₀ hama <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	26
13. Analisis ragam data pengaruh ekstrak insektisida daun alang-alang terhadap bobot gabah	34
14. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-1	34
15. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-2	34
16. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-3	34

17. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-4	35
18. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-5	35
19. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-6	35
20. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak alang-alang hari ke-7	36
21. Analisis ragam data pengaruh ekstrak insektisida daun bandotan terhadap bobot gabah	36
22. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-1	36
23. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-2	36
24. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-3	37
25. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-4	37
26. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-5	37
27. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-6	38
28. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak bandotan hari ke-7	38
29. Analisis ragam data pengaruh ekstrak insektisida daun mengkudu terhadap bobot gabah	38
30. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-1	38
31. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-2	39
32. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-3	39
33. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-4	39
34. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-5	40
35. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-6	40

36. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mengkudu hari ke-7	40
37. Analisis ragam data pengaruh ekstrak insektisida daun mimba terhadap bobot gabah	40
38. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-1	41
39. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-2	41
40. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-3	41
41. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-4	41
42. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-5	42
43. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-6	42
44. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak mimba hari ke-7	42
45. Analisis ragam data pengaruh ekstrak insektisida daun sirih hijau terhadap bobot gabah	42
46. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-1	43
47. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-2	43
48. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-3	43
49. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-4	44
50. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-5	44
51. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-6	44
52. Mortalitas harian (%) <i>C. ferrugineus</i> akibat ekstrak sirih hijau hari ke-7	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	6
2. <i>Cryptolestes ferrugineus</i> jantan dan betina.....	45
3. <i>Cryptolestes ferrugineus</i> jantan.....	46
4. <i>Cryptolestes ferrugineus</i> betina.....	46
5. Penimbangan daun yang telah dipotong kecil.....	47
6. Pengukuran kadar air gabah.....	47
7. Ekstrak daun yang disemprotkan ke gabah.....	48
8. Stoples yang sudah dimasukkan hama <i>C. ferrugineus</i>	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan bahan pangan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia. Dalam usaha mempertahankan kelangsungan hidupnya, manusia berusaha memnuhi kebutuhan primer yaitu makan (Humaedah dkk., 2010). Pascapanen padi adalah tahapan kegiatan yang meliputi pemungutan (panen) perontokan, pengeringan, pengemasan, penyimpanan dan pengolahan menjadi beras untuk dipasarkan. Penanganan pascapanen bertujuan untuk menurunkan kehilangan hasil, menekan tingkat kerusakan, dan meningkatkan daya simpan dan daya guna komoditas untuk memperoleh nilai tambah (Setyono dkk., 2008).

Proses penyimpanan beras merupakan kegiatan penting dalam tahap pascapanen. Penyimpanan beras dilakukan karena padi dipanen secara musiman, sementara beras dibutuhkan setiap hari. Penyimpanan beras juga penting dilakukan sebagai ketersediaan pangan untuk mengatasi masa-masa sulit seperti terjadinya kekeringan dan banjir yang mengakibatkan gagal panen. Selama proses penyimpanan, beras mengalami penurunan kualitas dan kuantitas (Anggara dan Sudarmaji, 2008).

Penurunan kuantitas dan kualitas bahan pangan dapat terjadi selama penyimpanan di gudang yang disebabkan oleh serangan serangga hama. Iklim negara Indonesia yang panas dan lembab, merupakan kondisi yang sangat baik bagi pertumbuhan serangga hama, sehingga mempercepat proses deteriorasi. Beras yang disimpan di dalam gudang tradisional maupun gudang modern sering mendapat gangguan

serangga hama sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dan kehilangan berat bahan. Besarnya kerusakan dan kehilangan tergantung dari cara serangga hama menyerang atau merusak. Apabila serangan serangga hama terus berlanjut maka terjadi penurunan mutu dan menyebabkan kontaminasi pada bahan pangan yang disimpan sehingga tidak layak untuk dikonsumsi (Lopulalan, 2010).

Kerusakan beras yang terjadi selama penyimpanan meliputi kerusakan kuantitas dan kualitas beras. Penyebab kerusakan paling banyak terjadi karena serangan serangga hama pascapanen. Serangga hama pascapanen yang menyerang beras di Indonesia yaitu *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais*, *Corcyra cephalonica*, *Plodia interpunctella*, *Ephestia elutella*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* (Anggara dan Sudarmaji, 2008).

Serangga *Cryptolestes ferrugineus* merupakan hama sekunder pascapanen pada komoditas beras dan produk komoditas pangan yang lain. Hama ini menyerang bahan simpan dalam bentuk butiran pecah akibat serangan hama primer. Keberhasilan pengendalian hama pascapanen dalam penyimpanan sangat ditunjang oleh pengetahuan tentang hubungan antara faktor luar dan hama tersebut (Pratiwi dkk., 2019).

Pengendalian serangga hama penyimpanan dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan, pengaturan suhu rendah pada gudang penyimpanan, mengatur kelembapan, radiasi, pengendalian hermetik (kedap udara) maupun penggunaan bahan kimia (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2013). Penggunaan insektisida botani merupakan salah satu cara atau alternatif lain dalam menggantikan peran insektisida kimia. Insektisida botani adalah insektisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti mimba, daun sirih hijau, daun bandotan daun mengkudu dan alang-alang. Beberapa bagian tanaman menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat antibiosis, yaitu berpengaruh buruk pada hama. Sebagai contoh daun mimba mengandung senyawa yang bisa digunakan sebagai insektisida yaitu: *Azadirachtin*, *Salannin*, *Nimbinen*, dan *Meliantriol* (Rusdi dkk., 2017).

Berdasarkan uraian di atas, informasi terkait pengaruh lima jenis ekstrak tanaman sebagai insektisida nabati seperti daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau terhadap mortalitas *Cryptolestes ferrugineus* sangat diperlukan.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau terhadap mortalitas *Cryptolestes ferrugineus* di laboratorium.

1.3 Kerangka Pemikiran

Serangga hama kumbang karat padi (*Cryptolestes ferrugineus*) merupakan hama sekunder pascapanen pada komoditas beras dan produk komoditas pangan yang lain (Pratiwi dkk., 2019). Hama sekunder hanya menyerang bulir padi yang telah rusak akibat serangan hama primer atau karena penanganan pascapanen yang kurang baik. Adanya hama sekunder di gudang mengindikasikan telah terjadi kerusakan gabah yang disimpan (Anggara dan Sudarmaji, 2008).

Tubuh imago kumbang karat padi berbentuk pipih (gepeng), panjang 1,5-2,5 mm, dan berwarna coklat kemerahan. Ciri khas *C. ferrugineus* antena relatif pendek dengan ruas berbentuk bulat/filiform. *C. ferrugineus* bermetamorfosis sempurna seiring dengan perkembangan dari telur hingga imago berlangsung 23-35 hari pada suhu 33-35 °C dan kelembapan udara 70%. Imago betina setelah kopulasi akan meletakkan telur diantara butir-butir beras. Telur yang semula berwarna putih bening berubah keruh menjelang menetas menjadi larva yang aktif bergerak. Pupasi berlangsung di dalam kokon (Anggara dan Sudarmaji, 2008).

Penggunaan insektisida botani merupakan salah satu teknik pengendalian hama yang ramah lingkungan. Insektisida golongan tersebut memiliki beberapa kelebihan seperti mudah terurai di alam, relatif aman terhadap organisme bukan

sasaran, komponen ekstrak dapat bersifat sinergi, resistensi hama tidak cepat terjadi, dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama terpadu lainnya (BPPP, 2012). Ekstrak daun yang digunakan adalah daun mimba, sirih hijau, bandotan, mengkudu dan alang-alang.

Bagian tanaman mimba yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati adalah daun dan bijinya. Aktivitas biologis dari tanaman mimba disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif yang termasuk dalam kelompok limonoid (triterpenoid). Setidaknya ada sembilan senyawa limonoid yang telah diidentifikasi, diantaranya azadirachtin, meliantriol, salanin, nimbin, dan nimbidin (Subiyakto, 2009). Biji dan daunnya telah diketahui mengandung beberapa jenis metabolit sekunder yang aktif sebagai pestisida, diantaranya azadirachtin, salanin, meliantriol, dan nimbin. Senyawa kimia tersebut dapat berperan sebagai penghambat pertumbuhan serangga, penolak makan (antifeedant), dan repelen bagi serangga (Rusdy, 2009).

Sirih hijau (*Piper betle*) merupakan salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati. Tanaman ini mengandung senyawa aktif golongan piperamidin yang bersifat racun saraf dengan mengganggu aliran impuls saraf pada akson saraf seperti cara kerja insektisida piretroid. Daun sirih hijau mengandung senyawa-senyawa seperti tannin dan minyak atsiri yang dapat berfungsi sebagai pestisida nabati. Bahan aktif minyak atsiri mengganggu sistem saraf dan mengakibatkan impuls saraf tidak dapat berjalan secara normal sehingga serangga tidak mampu merespon rangsangan. Bahan aktif tannin berfungsi sebagai racun perut (Tambingsila dkk., 2022).

Tumbuhan Bandotan (*Ageratum conyzoides* L) mengandung senyawa saponin, flavonoid, polifenol dan minyak atsiri yang beracun terhadap serangga (Kardinan, 1999). Senyawa bioaktif dalam bandotan berpengaruh terhadap sistem saraf otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku berupa penolak, penarik, anti makan dan sistem pernafasan OPT. Beberapa senyawa fenol memiliki fungsi sebagai penolak hama. Senyawa alkaloid dan terpenoid sangat berpotensi sebagai

penghambat makan dan bersifat toksik sehingga menyebabkan hama cenderung diam. Gangguan metabolisme juga disebabkan karena terdapatnya senyawa tanin dalam makanan yang dapat mengganggu aktivitas enzim pencernaan hama (Sultan dkk., 2016).

Rukmana dan Oesman (2002), menyebutkan bahwa mengkudu mengandung minyak atsiri, alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol dan antrakuinon. Ekstrak daun mengkudu yang diaplikasikan ke larva *C. binotalis* akan memperlambat aktivitas makan karena sistem pencernaan larva terganggu yang disebabkan oleh terpenoid yang terkandung dalam ekstrak daun mengkudu. Senyawa aktif yang terdapat pada daun mengkudu diantaranya saponin, flavonoid, polifenol, alkaloid dan tanin yang bersifat racun perut pada serangga (Kardinan, 2004).

Alang-alang merupakan tumbuhan liar yang tumbuh subur tidak mengenal tempat, waktu dan cuaca. Alang-alang memiliki senyawa fenol dimana semakin tinggi konsentrasi ekstrak rimpang alang-alang maka semakin tinggi senyawa fenol yang terdapat pada ekstrak rimpang alang-alang tersebut. Ekstrak daun alang-alang mengandung tanin, saponin, flavonoid, terpenoid, alkaloid, fenol dan cardiac glycosides (Ayeni dan Yahaya, 2010). Ekstrak rimpang alang-alang mampu mengendalikan hama *Plutella xylostella* sebagai pengganti insektisida sintetik dengan menyebabkan efek anti feendant dan anti juvenil hormon dalam pengendalian hama *P. xylostella* pada tanaman sawi (Riyati dkk., 2010).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diajukan adalah:

Aplikasi ekstrak daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau dapat menyebabkan mortalitas serangga hama *Cryptolestes ferrugineus*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Cryptolestes ferrugineus*

2.1.1 Klasifikasi

Serangga hama kumbang karat padi (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens) merupakan hama sekunder pascapanen pada komoditas beras dan produk komoditas pangan yang lain (Gambar 1) (Pratiwi dkk., 2019). Klasifikasi kumbang karat padi sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Cucujidae
Genus	: <i>Cryptolestes</i>
Spesies	: <i>Cryptolestes ferrugineus</i> Stephens



Gambar 1. *Cryptolestes ferrugineus*

2.1.2 Biologi *Cryptolestes ferrugineus*

Tubuh imago kumbang karat padi berbentuk pipih (gepeng), panjang 1,5-2,5 mm, dan berwarna coklat kemerahan. Ciri khas *C. ferrugineus* antenanya relatif pendek dengan ruas berbentuk filiform. *C. ferrugineus* bermetamorfosis sempurna seiring dengan perkembangan dari telur hingga imago berlangsung 23-35 hari pada suhu 33-35 °C dan kelembapan udara 70%. Imago betina setelah kopulasi akan meletakkan telur diantara butir-butir beras. Telur yang semula berwarna putih bening berubah keruh menjelang menetas menjadi larva yang aktif bergerak. Pupasi berlangsung di dalam kokon (Anggara dan Sudarmaji, 2008). Suhu optimum untuk berkembang biak ialah 35 °C, dengan menunjukkan masa perkembangan yang singkat selama 21 hari. Suhu minimum dan maksimum untuk perkembangbiakkan *C. ferrugineus* 20-42,5 °C (Rees, 2007).

2.1.3 Kerusakan akibat *Cryptolestes ferrugineus*

Berdasarkan kondisi awal bulir padi, hama gudang digolongkan menjadi hama primer dan hama sekunder. Hama primer menyerang bulir padi yang masih utuh. Hama sekunder merupakan hama yang menyerang bulir padi yang telah rusak akibat serangan hama primer atau karena penanganan pascapanen yang kurang baik. Kumbang karat padi (*C. ferrugineus*) merupakan hama sekunder pada beras dan produk tanaman pangan lainnya. Beras yang diserang adalah bulir yang telah rusak, pecah, atau berjamur. Pada sereal yang belum diolah, larva melakukan penetrasi dan menyerang bagian embrio sehingga biji tidak mampu berkecambah. Adanya hama sekunder di gudang mengindikasikan telah terjadi kerusakan gabah yang disimpan. Penyebaran hama ini meliputi daerah tropis yang berkelembapan udara tinggi dan wilayah subtropis yang hangat (Anggara dan Sudarmaji, 2008).

2.2 Ekstrak Daun

Penggunaan insektisida nabati merupakan salah satu teknik pengendalian hama yang ramah lingkungan. Insektisida golongan tersebut memiliki beberapa

kelebihan seperti mudah terurai di alam, relatif aman terhadap organisme bukan sasaran, komponen ekstrak dapat bersifat sinergi, resistensi hama tidak cepat terjadi, dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama terpadu lainnya (BPPP, 2012). Insektisida nabati mengandung senyawa kimia yang dapat mematikan serangga, mengusir serangga, dan menarik serangga untuk mendatangi tanaman yang mengandung sumber zat tersebut (Dalimunthe dan Rachamawan, 2017). Bahan aktif yang digunakan dalam insektisida botani merupakan pemanfaatan dari senyawa metabolit sekunder tanaman yang berperan penting dalam pertahanan tanaman terhadap serangga atau organisme pengganggu tanaman (OPT) lainnya (Yusriah dkk., 2017).

2.2.1 Alang-alang (*Imperata cylindrica* L.)

Alang-alang merupakan tumbuhan liar yang tumbuh subur tidak mengenal tempat, waktu dan cuaca. Tumbuhan ini tumbuh dengan memiliki tingkat ketahanan yang tinggi sehingga mampu tumbuh di cuaca yang ekstrim. Alang-alang memiliki ciri-ciri berdaun tajam, yang kerap menjadi gulma di lahan pertanian. Rumput menahun dengan tunas panjang dan bersisik, merayap di bawah tanah. Ujung (pucuk) tunas yang muncul di tanah runcing tajam, serupa ranjau duri (Yanti dkk., 2016).

Alang-alang dan tanaman gulma lain memiliki fenol, namun fenol yang dimiliki oleh alang-alang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman gulma lain. Kandungan fenol terbanyak berada pada rimpang alang-alang sedangkan pada daun kemungkinan hanya memiliki sedikit kandungan fenol. Menurut penelitian Ayeni dan Yahaya (2010), ekstrak daun alang-alang mengandung tanin, saponin, 4 flavonoid, terpenoid, alkaloid, fenol dan cardiac glycosides. Ekstrak rimpang alang-alang mampu mengendalikan hama *Plutella xylostella* sebagai pengganti insektisida sintetik dengan menyebabkan efek antifeedant dan anti juvenil hormon dalam pengendalian hama *P. xylostella* pada tanaman sawi (Riyati dkk., 2010).

2.2.2 Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.)

Bandotan merupakan tumbuhan yang berbentuk herba yang banyak tumbuh di kawasan hutan sampai ketinggian 2.100 meter dpl. Seperti halnya tanaman beracun lainnya, bandotan juga memiliki kemampuan sebagai insektisida nabati (racun serangga), karena dalam bandotan terkandung senyawa penting atau senyawa metabolit yang bersifat sebagai insektisida seperti alkaloid, flavonoid, kumarin, saponin, polifenol, dan minyak atsiri (Kardinan, 2004). Menurut Dinata (2009), daun bandotan mengandung senyawa alkaloid yang merupakan senyawa pahit dan beracun menyebabkan rasa pusing dan tidak mau makan daun sawi disebabkan rasanya yang pahit dan akhirnya mati sedangkan flavonoid dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati.

2.2.3 Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Mengkudu mengandung minyak atsiri, alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol dan antrakuinon. Ekstrak daun mengkudu yang diaplikasikan ke larva *C. binotalis* akan memperlambat aktivitas makan karena sistem pencernaan larva terganggu yang disebabkan oleh terpenoid yang terkandung dalam ekstrak daun mengkudu (Rukmana dan Oesman, 2002). Senyawa aktif yang terdapat pada daun mengkudu diantaranya saponin, flavonoid, polifenol, alkaloid dan tanin yang bersifat racun perut pada serangga. Selain dapat menghambat daya makan larva (antifeedant), senyawa aktif daun mengkudu juga dapat menghambat reseptor perasa pada alat daerah mulut larva sehingga mengganggu pertumbuhan larva. Oleh karena itu, bila senyawa-senyawa ini masuk dalam tubuh larva maka akan memperlambat aktivitas makan karena sistem pencernaan larva terganggu yang disebabkan oleh terpenoid yang terkandung dalam ekstrak daun mengkudu sehingga gagal mendapatkan stimulus untuk mengenali makanannya (Kardinan, 2004).

Menurut Armi dkk. (2019), pada perlakuan yang disemprotkan ekstrak daun mengkudu (*M. citrifolia* L.) sangat terlihat bahwa terjadi kematian. Hal ini disebabkan karena banyak senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam daun

mengkudu (*M. citrifolia* L.) seperti mengandung senyawa metabolit sekunder. Daun mengkudu mengandung triterpene dan tannin yang bersifat anti serangga, annonain dan squamosin yang menyebabkan kematian sel karena menghambat transfer elektron dalam rantai proses respirasi sel.

2.2.4 Tanaman Mimba (*Azadirachta indica*)

Mimba merupakan salah satu tumbuhan sumber bahan pestisida nabati. Tanaman ini dapat dibudidayakan melalui setek, cangkok, dan biji. Bagian tanaman mimba yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati adalah daun dan bijinya. Aktivitas biologis dari tanaman mimba disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif yang termasuk dalam kelompok limonoid (triterpenoid). Setidaknya ada sembilan senyawa limonoid yang telah diidentifikasi, diantaranya azadirachtin, meliantriol, salanin, nimbin, dan nimbidin (Subiyakto, 2009). Ekstrak daun dan biji mimba mengandung senyawa aktif utama azadirachtin. Bahan aktif ini terdapat di semua bagian tanaman, tetapi yang paling banyak ada dalam bijinya (Kardinan, 2004).

Senyawa azadirachtin dapat menghambat pertumbuhan serangga hama, mengurangi nafsu makan, mengurangi produksi dan penetasan telur, meningkatkan mortalitas, mengaktifkan infertilitas dan menolak hama di sekitar pohon mimba (Rukmana dan Oesman, 2002). Azadirachtin memiliki aktivitas antifeedant, ketika larva serangga menelan senyawa azadirachtin maka pertumbuhan dan perkembangannya terhambat karena adanya pemblokiran hormon biosintesis seperti ecdisteroi. Senyawa salanin bekerja sebagai penghambat makan serangga. Senyawa nimbin bekerja sebagai anti virus, sedangkan meliantriol sebagai penolak serangga (Subiyakto, 2009).

2.2.5 Sirih Hijau (*Piper betle*)

Sirih hijau (*Piper betle*) merupakan salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati. Tanaman ini mengandung senyawa aktif golongan piperamidin seperti piperin, piperisida, piperlonguminin dan guininsin.

Piperamidin bersifat racun saraf dengan mengganggu aliran impuls saraf pada akson saraf seperti cara kerja insektisida piretroid. Daun sirih hijau juga mengandung senyawa-senyawa seperti asam nokotonat, karoten, tiamin, riboflavin, vitamin C, asam amino, heksana, sianida, saponin, tanin, flavonoid, steroid, alkanoid dan minyak atsiri yang dapat berfungsi sebagai pestisida nabati. Bahan aktif minyak atsiri mengganggu sistem saraf dan mengakibatkan impuls saraf tidak dapat berjalan secara normal sehingga serangga tidak mampu merespon rangsangan. Cara kerja kandungan dari minyak atsiri adalah masuk ke dalam tubuh serangga melalui spirakel lalu bermuara ke trakea dan kemungkinan dapat meluruhkan zat kitin yang berfungsi menguatkan trakea dimana trakea berfungsi untuk menyalurkan udara ke seluruh bagian tubuh serangga (Tambingsila dkk., 2022).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini berlangsung pada bulan Januari sampai November 2022.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah hama *Cryptolestes ferrugineus*, gabah, daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, sirih hijau dan air.

Alat yang digunakan adalah timbangan, blender, gunting, kertas label, *moisture meter*, mikroskop stereo, alat tulis, alat dokumentasi, kain saring, stoples plastik (panjang 9, lebar 9, tinggi 7 cm), *sprayer*, gelas ukur, dan tisu.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Penelitian ini terdiri atas dua seri, percobaan pada seri pertama dilakukan yaitu seri pertama dilakukan pengamatan selama 7 HSA untuk mengetahui LC₅₀ dan mortalitas hama *C. ferrugineus* secara harian dan total. Percobaan seri kedua dilakukan pengamatan pada 30 HSA untuk pengamatan penyusutan bobot gabah.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengadaan Gabah dan Pengukuran Kadar Air

Gabah yang akan digunakan sebagai media penelitian diperoleh dari PP Poktan Gapsera Sejahtera Mandiri dengan jenis gabah konvensional varietas sintanur. Gabah tersebut kemudian diukur kadar airnya menggunakan alat *moisture meter*. Gabah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam stoples plastik dengan berat 100 g/stoples.

3.4.2 Pembiakan Serangga Uji

Pembiakan serangga uji dilakukan dengan cara mengambil hama *C. ferrugineus* dari Gudang Poktan Gapsera Sejahtera Mandiri, Lampung Tengah. Kumbang tersebut kemudian dipelihara dan dibiakkan di laboratorium \pm 30 hari dan diletakkan di stoples plastik.

3.4.3 Pembuatan Ekstrak Daun

Ekstrak daun dibuat dengan memetik masing-masing daun alang-alang, bandotan, mengkudu, mimba, dan sirih hijau di lapangan (tanpa dikeringkan) lalu dibawa ke laboratorium, dibersihkan dengan air mengalir dan dipotong menggunakan gunting. Potongan daun-daun tersebut ditimbang masing-masing seberat 200 g, ditambahkan air sebanyak 300 ml kemudian dihaluskan menggunakan blender secara bergantian. Hasil ekstrak daun tersebut kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam botol.

3.5 Aplikasi Ekstrak Daun

Aplikasi ekstrak daun dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi ekstrak masing-masing daun dengan konsentrasi masing-masing adalah 0, 5, 10, 15, 20,

dan 25% setiap perlakuan dan diulang tiga kali. Gabah yang sudah disemprotkan dengan ekstrak daun lalu dikeringanginkan hingga kadar air gabah 13-14% sebelum dimasukkan 30 pasang individu hama yang terdiri atas 15 jantan dan 15 betina ke dalam stoples percobaan.

3.6 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan pada penelitian ini dilakukan dua seri, yaitu seri pertama dilakukan pengamatan selama 7 HSA untuk mengetahui LC_{50} dan mortalitas hama *C. ferrugineus* secara harian dan total. Seri kedua dilakukan pengamatan pada 30 HSA untuk pengamatan penyusutan bobot gabah.

3.7 Analisis Data

Penelitian ini dilaksanakan dengan lima perlakuan dan tiga ulangan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan *software Statistical Analysis System (SAS)*, *Statistical Product and Service Solutions (SPSS)*, Microsoft excel, dan apabila data yang didapat berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncans's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Ekstrak daun mimba dengan konsentrasi 25% mempunyai kemampuan paling efektif (toksik) dalam menyebabkan mortalitas total hingga 67,78% dan LC₅₀ 2,43%. Sedangkan ekstrak daun lainnya pada konsentrasi yang sama menyebabkan mortalitas total yakni ekstrak daun alang-alang sebesar 34,44%, bandotan 28,89%, mengkudu 22,22%, dan sirih hijau 31,11%.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan bahan yang berbeda seperti pada beras dan uji lanjut untuk mengetahui keefektifan daun mimba terhadap mortalitas hama *Cryptolestes ferrugineus* di gudang penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadian, F., Ginting, N., Wahyuni, T.H., dan Anwar. 2012. Efektivitas skabisida ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap tungau *Sarcoptes scabiei* in vitro. *Jurnal Peternakan Integratif*. 1(1): 1-10.
- Anggara, A.W. dan Sudarmaji. 2008. *Hama Pascapanen Padi dan Pengendaliannya*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. LIPI Press. Jakarta.
- Armi, Surya, E., Almukaramah, Andalia, N., dan Ismaini. 2019. Efek bioinsektisida daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap mortalitas ulat tanah (*Agrootis* sp). *Jurnal Pendidikan, Sains, dan Humaniora*. 7(4): 259-237.
- Ayeni, K.E. dan Yahaya. 2010. Phytochemical secreening of three medical plants neen leaf (*Azadircha indica*), hibiscus leaf (*Hibiscus rosa sinensis*) and spear grass leaf (*Imperata cylindrica*). *Continental J. Pharmaceutical Sciences*. 4: 47-50.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012. *Insektisida Botani*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Dalimunthe, C.I. dan Rachmawan, A. 2017. Prospek pemanfaatan metabolit sekunder tumbuhan sebagai pestisida botani untuk pengendalian patogen pada tanaman karet. *Jurnal Warta Perkaratan*. 36(1): 15-28.
- Dinata, A. 2009. *Atasi jentik DBD dengan kulit jengkol*. <http://arda.students-blog.undip.ac.id/2009/10/18/atasi-jentik-bd-dengan-kulit-jengkol>.
- Ervinatun, W., Hasibuan, R., Hariri, A.M., dan Wibowo, L. 2018. Uji efikasi ekstrak daun mimba, daun mengkudu dan babadotan terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* Zell. di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6(3): 161-167.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Hudayya, A., dan Luthfy. 2016. Sinergisme jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan insektisida kimia untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hortikultura*. 26(2): 257-266.

- Humaedah, U., Sundari, Astuti, S., dan Trisedyowati, Y. 2010. *Usaha Tani dengan Pendekatan PTT*. Pusat Pengembangan Penyuluhan Pertanian. Jakarta.
- Kardinan, A. 1999. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Kardinan, A. 2004. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Lopulalan, C.G.C. 2010. Analisa ketahanan beberapa varietas padi terhadap serangan hama gudang *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 6(1): 11-16.
- Neldawati, Ratnawulan, dan Gusnedi. 2013. Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *PILLAR OF PHYSICS*. 2: 76-83.
- Pratiwi, N.P.E., Raka, I.D.N., dan Ananda, K.D. 2019. Mortalitas dan pertumbuhan *Cryptolestes ferrugineus* Stephens (Coleoptera: Cucujidae) pada beberapa tingkatan suhu ruang. *AGRIMETA*. 9(18): 28-33.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2013. *Membangun Sistem Perbenihan Berbasis Masyarakat : Manual Pelatihan*. Bogor.
- Rees, D. 2007. *Insects of Stored Grain: a pocket reference*. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia.
- Riyati, R., Purwanto, M.E., dan Utomo, N.B. 2010. Berbagai konsentrasi ekstrak rimpang alang-alang (*Imperata cylindrica*) dan daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) dalam pengendalian *Plutella xylostella* pada sawi (*Brassica juncea*). *Agrivet*. 14: 84-89.
- Rukmana, H.R. dan Oesman, Y.Y. 2002. *Nimba Tanaman Penghasil Pestisida Alami*. Yogyakarta. Kanisius. 13-29 hlm.
- Rusdi, Purwati, T., Budidjanto, dan Riyanto. 2017. Pemanfaatan daun mimba sebagai pestisida organik di kecamatan kademangan Kota Probolinggo. *JURNAL PAMBUDI*. 1(1): 82-91.
- Rusdy, A. 2009. Efektivitas ekstrak nimba dalam pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman selada. *Jurnal Floratek*. 4: 41-54.

- Setiawan, D. 2010. Kajian daya insektisida ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap perkembangan serangga hama gudang *Sitophilus oryzae* Linn. *Jurnal Penelitian Sains*.10: 6-12.
- Setyono, A., Nugraha, S., dan Sutrisno. 2008. *Prinsip Penanganan Pascapanen Padi. dalam Padi: Introduksi Teknologi dan Ketahanan Pangan Buku I*. Balai Besar Penelitian Padi. Sukamandi.
- Suanda, I.W. dan Resiani, N.M.D. 2020. The activity of nimba leaves (*Azadirachta indica* A. Juss.) extract insecticide as vegetative pesticide on rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*. 4(1): 10-17.
- Subiyakto. 2009. Ekstrak biji mimba sebagai pestisida nabati: potensi, kendala, dan strategi pengembangannya. *Jurnal Perspektif*. 8(2): 108-116.
- Sultan, Patang, dan Yanto, S. 2016. Pemanfaatan gulma bandotan menjadi pestisida nabati untuk pengendalian hama kutu kuya pada tanaman timun. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 2: 78-85.
- Sumaryono dan Latifah. 2013. Identifikasi dan uji toksisitas azadirachtin dari daun mimba bioinsektisida walang sangit Indonesian. *Journal of Chemical Science*. 2(1): 117-122.
- Tambingsila, M., Salu, A.M., dan Pakaya, N. 2022. Daya toksisitas *piper betle* terhadap hama kacang hijau (*Callosobruchus maculatus*) di tempat penyimpanan. *Agropet*. 19(1) : 1-8.
- Yanti, M., Indriyanto, dan Duryat. 2016. Pengaruh zat alelopati dari alang-alang terhadap pertumbuhan semai tiga spesies akasia. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(2): 27-38.
- Yanti, N.N.S., Yuniti, I.G.A., dan Pratiwi, N.P.E. 2022. Pengaruh pestisida nabati daun mimba terhadap kutu beras (*Sitophilus oryzae* L) pada beras lokal. *AGROFARM*. 1(1):1-6.
- Yusriah, Hambali, E., dan Dadang. 2017. Formulasi insektisida nabati minyak bungkil mimba dengan surfaktan dea. *Jurnal Tekonologi Industri Pertanian*. 27(3): 310-317.