

**BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN CENGKEH DAN INSEKTISIDA IGR
DIFLUBENZURON TERHADAP ULAT GRAYAK JAGUNG (*Spodoptera
frugiperda* J.E. Smith)**

(Skripsi)

Oleh

**Ike Triani
1814191009**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN CENGKEH DAN INSEKTISIDA IGR DIFLUBENZURON TERHADAP ULAT GRAYAK JAGUNG (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Oleh

Ike Triani

Spodoptera frugiperda merupakan hama yang bersifat polifag, inang utamanya adalah tanaman dari famili Graminae seperti jagung, padi, gandum, sorgum, dan tebu sehingga keberadaan dan perkembangan populasi *S. frugiperda* perlu untuk diwaspadai. Salah satu cara yang dapat dimanfaatkan sebagai pengendalian hama terpadu adalah penggunaan insektisida nabati. Salah satu insektisida nabati yang dapat dimanfaatkan berasal dari tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Selain insektisida nabati dapat juga menggunakan pengendalian selektif yaitu dengan insektisida IGR (*insect growth regulator*) yang berkerja sebagai zat pengatur tumbuh serangga. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh insektisida nabati (ekstrak daun cengkeh) dan insektisida IGR sintetis (diflubenzuron) terhadap mortalitas *S. frugiperda* dan terhadap penghambatan perkembangan *S. frugiperda*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus 2022 di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian disusun dengan menggunakan RAK (rancangan acak kelompok), yang terdiri atas 7 perlakuan dan 3 ulangan dengan 20 ekor larva tiap ulangannya. Data dianalisis dengan sidik ragam (ANARA) pada taraf 5% dan dilanjutkan pengujian Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun cengkeh dan insektisida IGR diflubenzuron mampu menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 100% pada 7 HSA (hari setelah aplikasi) dan 5 HSA dan mampu menghambat perkembangan *S. frugiperda*.

Kata Kunci: Insektisida nabati, *Syzygium aromaticum*, insektisida IGR, *Spodoptera frugiperda*, mortalitas, penghambatan aktivitas makan.

**BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN CENGKEH DAN INSEKTISIDA IGR
DIFLUBENZURON TERHADAP ULAT GRAYAK JAGUNG (*Spodoptera
frugiperda* J.E. Smith)**

Oleh

Ike Triani

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**

Judul Skripsi : **BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN
CENGKEH DAN INSEKTISIDA IGR
DIFLUBENZURON TERHADAP ULAT
GRAYAK JAGUNG (*Spodoptera frugiperda*
J.E. Smith)**

Nama Mahasiswa : **Ike Triani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814191009**

Jurusan : **Proteksi Tanaman**


Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

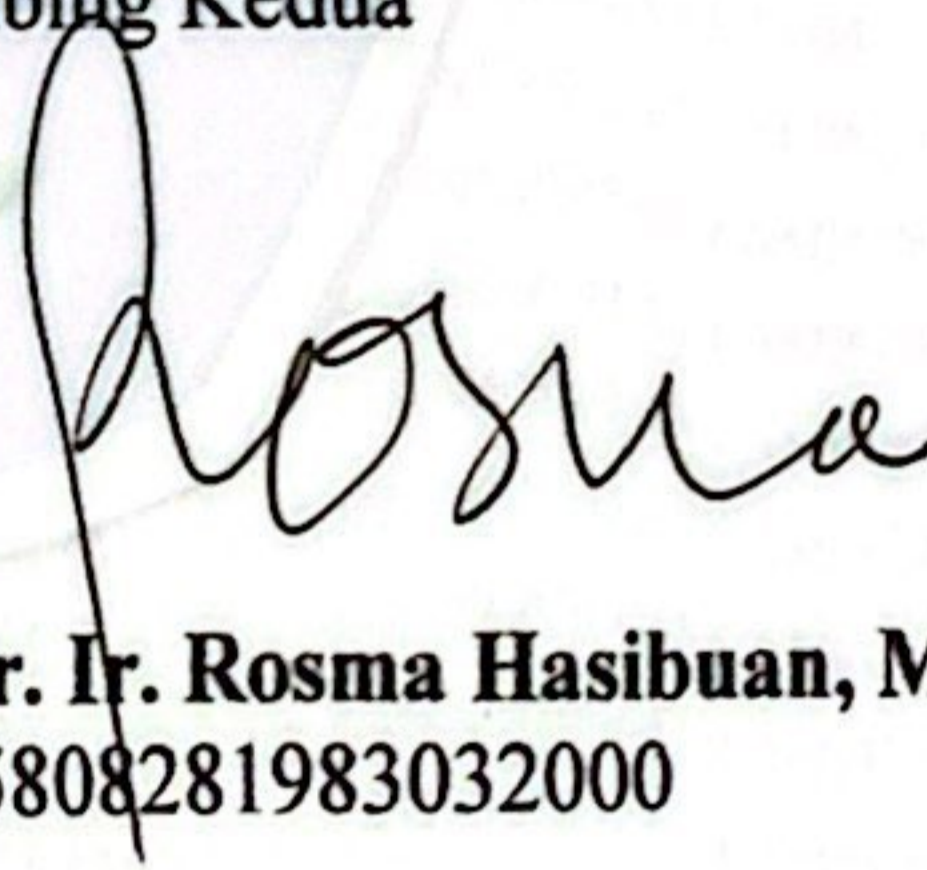
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua



Ir. Nur Yasin, M.Si.
NIP 195910091986031002



Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.
NIP 195808281983032000

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman




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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

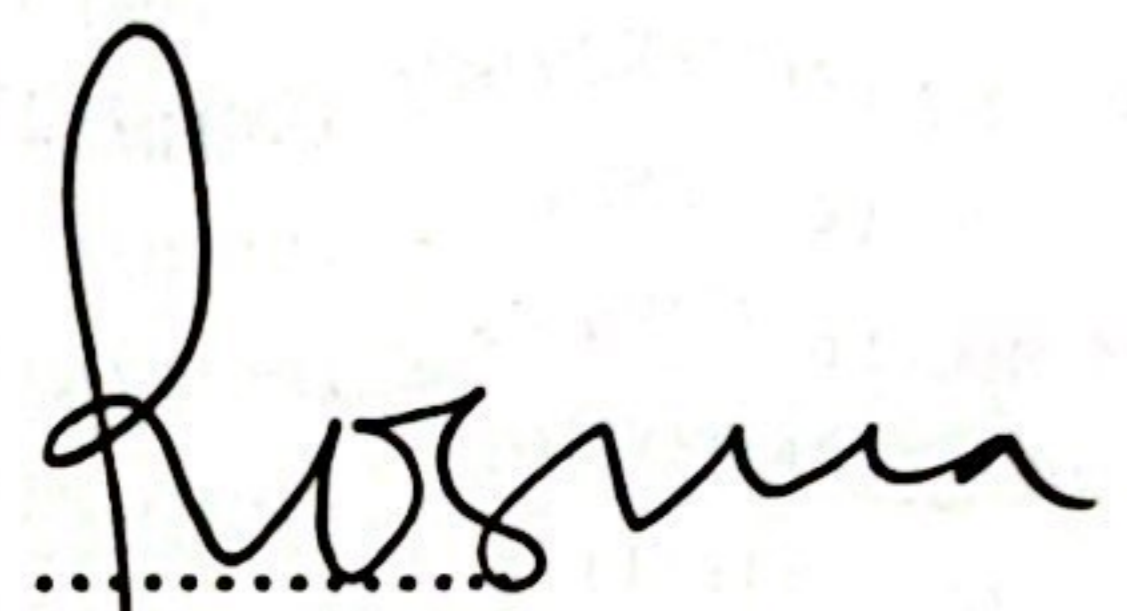
Ketua

: Ir. Nur Yasin, M.Si.



Sekretaris

: Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 7 Juli 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa:
skripsi saya yang berjudul “**Bioaktivitas Ekstrak Daun Cengkeh dan Insektisida IGR Diflubenzuron terhadap Ulat Grayak Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)**” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dan semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

1. Pembimbing penulisan skripsi ini berhak mempublikasikan seluruh isi skripsi ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
2. Hak intelektual karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau buatan orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 24 Juli 2023
Penulis



Ike Triani
1814191009

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 12 Februari 2000 di Bandar Lampung, sebagai anak ketiga, dari pasangan Bapak Margono Susanto dan Ibu Omawati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Gunung Sulah, Way Halim, Bandar Lampung pada tahun 2012. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 5 Bandar Lampung hingga tahun 2015. Kemudian pada tahun 2018 penulis lulus dari Sekolah Menengah Atas (SMA) dari SMA Negeri 1 Bandar Lampung. Pada tahun 2018 penulis diterima pada jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2021 di Desa Negeri Sakti, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran mulai Februari sampai Maret 2021 dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Benih Induk Sekincau, Lampung Barat pada Agustus sampai September 2021.

Selama menjalani perkuliahan penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Bahasa Inggris 2020/2021 dan 2021/2022, dan Rancangan Percobaan 2021/2022. Selain itu, penulis juga aktif dalam Persatuan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang pengembangan bakat dan minat periode 2018/2020, dan anggota bidang diklat dan anggota periode 2020/2021.

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penelitian yang berjudul: “Bioaktivitas Ekstrak Daun Cengkeh dan Insektisida IGR Diflubenzuron terhadap Ulat Grayak Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)”.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus 2022, di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi dan cintai yaitu Bapak Margono Susanto dan Ibu Omawati, yang telah banyak memberikan dukungan, pengorbanan, perjuangan, dan doa yang tidak pernah putus hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan.
2. Saudara penulis yaitu Yuliyana, Dede Rodiana, Reno Setiawan, dan Juleha yang selalu memberikan dukungan, perhatian serta kasih sayang yang tak terhingga.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, ide, kecerdasan dan kepandaian-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Bioaktivitas Ekstrak Daun Cengkeh dan Insektisida IGR Diflubenzuron terhadap Ulat Grayak Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)”** ini dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung
3. Bapak Ir. Nur Yasin, M.Si., selaku pembimbing utama yang telah membimbing, mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan saran, kritik dan perbaikan kepada penulis.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan waktu, semangat dan dukungan kepada penulis selama melaksanakan masa perkuliahan.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan staf di Jurusan Proteksi Tanaman atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis.

8. Kedua orang tua tersayang Bapak Margono Susanto, dan Ibu Omawati yang selalu memberikan kasih sayang dan doa tanpa lelah, mendukung, memotivasi dan memberikan semangat serta dukungan baik moril ataupun materil kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Kakak dan Adik tersayang penulis Yuliyana, Dede Rodiana, Juleha, dan Reno Setiawan yang telah memberikan dukungan secara materil dan moril, motivasi dan kasih sayang kepada penulis.
10. Ponakan penulis Kenzo Almair, dan Fadlan Arthanabil yang selalu menghibur penulis saat sedih pada proses penulisan skripsi.
11. Sahabat dan rekan seperjuangan yang penulis sayangi, Malini A.V. Hutajulu, Ria Merlanda, Hanny Widiyanti, dan Ogi Andrian yang telah membantu, memberikan waktu, menemani dan memotivasi mulai dari proses penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
12. Teman-teman Jurusan Proteksi Tanaman 2018 yang memberikan bantuan kepada penulis dalam menjalani penelitian dan menyelesaikan penulisan skripsi dengan suka cita. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan semangat.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan. Semoga skripsi ini bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung, Juli 2023

Penulis,

Ike Triani

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Ulat <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2.2 Insektisida Nabati Ekstrak Daun Cengke.....	7
2.3 Insektisida IGR Diflubenzuron.....	9
III. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Pembiakan Serangga Uji.....	11
3.4 Uji Pendahuluan.....	13
3.5 Rancangan Penelitian.....	14
3.6 Pembuatan Insektisida Ekstrak Daun Cengkeh.....	15
3.7 Penyiapan Insektisida IGR Diflubenzuron.....	16
3.8 Pengaplikasian Masing- Masing Insektisida.....	16
3.9 Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	17
3.10 Analisis Data.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil.....	20
4.1.1 Mortalitas Larva Ulat Grayak (<i>S. frugiperda</i>).....	20
4.1.2 Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> Normal dan Abnormal.....	22
4.1.3 Persentase Imago <i>S. frugiperda</i> Normal dan Abnormal.....	22
4.1.4 Aktivitas Makan Larva <i>S. frugiperda</i>	23
4.2 Pembahasan.....	25
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Simpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Presentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> setelah perlakuan ekstrak daun cengkeh.....	14
2. Perlakuan dan konsentrasi bahan aktif yang diuji.....	17
3. Faktor koreksi bobot kering daun yang dimakan.....	18
4. Kriteria penghambatan aktivitas makan.....	19
5. Pengaruh aplikasi insektisida ekstrak daun cengkeh dan IGR diflubenzuron terhadap mortalitas <i>S. frugiperda</i>	21
6. Persentase pupa terbentuk normal dan abnormal setelah aplikasi ekstrak daun cengkeh dan IGR diflubenzuron.....	22
7. Persentase imago terbentuk normal dan abnormal setelah aplikasi ekstrak daun cengkeh dan IGR diflubenzuron.....	23
8. Persentase penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi ekstrak daun cengkeh dan IGR diflubenzuron.....	24
9. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 1 HSA.....	38
10. Uji Bartlett mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 1 HSA.....	38
11. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 1 HSA	38
12. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 2 HSA	39
13. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 2 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	39

14. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 2 HSA	39
15. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 2 HSA	40
16. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 3 HSA	40
17. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 3 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	40
18. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 3 HSA	41
19. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 3 HSA	41
20. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 4 HSA	41
21. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 4 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	41
22. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 4 HSA	42
23. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 4 HSA	42
24. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 5 HSA	42
25. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 5 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	43
26. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 5 HSA	43
27. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 5 HSA ...	44
28. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 6 HSA	44
29. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 6 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	44

30. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 6 HSA	45
31. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 6 HSA	45
32. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 7 HSA	45
33. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 7 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	45
34. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 7 HSA	46
35. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 7 HSA	46
36. Persentase mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 8 HSA	46
37. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 8 HSA dengan transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$	47
38. Uji Bartlett data transformasi akar mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 8 HSA	47
39. Analisis ragam mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> akibat ekstrak daun cengkeh pada 8 HSA.....	48
40. Rekapitulasi data pupa terbentuk <i>S. frugiperda</i> (ekor) pada HSA...	48
41. Data pupa normal <i>S. frugiperda</i>	49
42. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data pupa normal <i>S. frugiperda</i>	49
43. Sidik ragam (ANARA) pupa normal <i>S. frugiperda</i>	49
44. Rekapitulasi data pupa abnormal <i>S. frugiperda</i>	50
45. Data pupa abnormal <i>S. frugiperda</i>	50
46. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data pupa abnormal <i>S. frugiperda</i>	51
47. Sidik ragam (ANARA) pupa abnormal <i>S. frugiperda</i>	51
48. Rekapitulasi data imago terbentuk <i>S. frugiperda</i>	52

49. Data imago normal <i>S. frugiperda</i>	52
50. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data imago normal <i>S. frugiperda</i>	53
51. Sidik ragam (ANARA) imago normal <i>S. frugiperda</i>	53
52. Rekapitulasi data imago abnormal <i>S. frugiperda</i>	54
53. Data imago abnormal <i>S. frugiperda</i>	54
54. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data imago abnormal <i>S. frugiperda</i>	55
55. Sidik ragam (ANARA) imago abnormal <i>S. frugiperda</i>	55
56. Rekapitulasi data bobot daun pakan basah yang dimakan (g) pada HSA..	56
57. Rekapitulasi data bobot kering daun pakan yang dimakan setelah dikoreksi (x 0,59) pada HSA.....	56
58. Rekapitulasi penghambatan aktivitas makan (%) pada HSA... ..	58
59. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA.....	58
60. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA.....	58
61. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 1 HSA <i>S. frugiperda</i>	59
62. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA.....	59
63. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA.....	60
64. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 2 HSA <i>S. frugiperda</i>	60
65. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA.....	60
66. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA.....	61
67. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 3 HSA <i>S. frugiperda</i>	61
68. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA.....	61
69. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA.....	62

70. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 4 HSA <i>S. frugiperda</i>	62
71. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA.....	62
72. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA.....	63
73. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 5 HSA <i>S. frugiperda</i>	63
74. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA.....	63
75. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA.....	64
76. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 6 HSA <i>S. frugiperda</i>	64
77. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA.....	64
78. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA.....	65
79. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 7 HSA <i>S. frugiperda</i>	65
80. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA.....	65
81. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA.....	66
82. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 8 HSA <i>S. frugiperda</i>	66
83. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA.....	66
84. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA.....	67
85. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva 9 HSA <i>S. frugiperda</i>	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kelompok telur <i>S. frugiperda</i>	6
2. Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (A) kepala dengan pola huruf Y (B) Segmen ruas ekor dengan pola empat titik.....	7
3. Struktur kimia diflubenzuron.....	10
4. Proses pengembangbiakan larva <i>S. frugiperda</i> (A) lahan jagung tempat pengambilan larva <i>S. frugiperda</i> (B) larva <i>S. frugiperda</i> (C) wadah pemeliharaan larva <i>S. frugiperda</i> (D) pupa <i>S. frugiperda</i>	12
5. Proses pemeliharaan dari pupa hingga menjadi larva <i>S. frugiperda</i> . (A) kurungan pupa yang menjadi imago <i>S. frugiperda</i> (B) telur <i>S. frugiperda</i> (C) telur yang menetas menghasilkan larva <i>S. frugiperda</i>	13
6. Proses pembuatan ekstrak daun cengkeh (A) penghalusan daun cengkeh (B) penyaringan serbuk daun cengkeh (C) penyaringan ekstrak daun cengkeh.....	15
7. Proses evaporasi ekstrak daun cengkeh (A) penguapan ekstrak daun cengkeh (B) hasil ekstrak daun cengkeh murni.....	16
8. Pupa <i>S. frugiperda</i> (A) pupa <i>S. frugiperda</i> abnormal (B) pupa <i>S. frugiperda</i> normal.....	27
9. Imago <i>S. frugiperda</i> (A) imago <i>S. frugiperda</i> abnormal (B) imago <i>S. frugiperda</i> normal.....	28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang diprioritaskan untuk terus dikembangkan. Sejak tahun 2015 pemerintah telah merumuskan upaya khusus untuk mencapai swasembada jagung, diantaranya ialah melalui perluasan areal tanam, pengamanan produksi, dan penyusunan kelembagaan serta keuangan (Purwanto, 2016).

Pada 2008, produktivitas jagung di Indonesia mencapai 4 ton/ha tetapi menurun menjadi sebesar 3,79 ton/ha pada 2015 (FAO, 2018). Menurunnya produksi dari jagung banyak terkendala oleh beberapa faktor. Salah satu kendala yang muncul adalah ditemukannya hama baru *Spodoptera frugiperda* yang dilaporkan menyerang tanaman jagung pertama kali pada tahun 2019 di Lampung (Trisyono *et al.*, 2019) dan Jawa Barat (Maharani *et al.*, 2019).

S. frugiperda dapat menyerang titik tumbuh tanaman sehingga mengakibatkan terjadinya kegagalan dalam proses pembetulan pucuk/daun muda tanaman. Larva *S. frugiperda* juga memiliki kemampuan makan yang sangat tinggi. Larva *S. frugiperda* akan masuk ke dalam bagian tanaman dan aktif makan, sehingga jika populasi masih sedikit akan sulit untuk dideteksi (CABI, 2019).

S. frugiperda merupakan hama yang bersifat polifag, inang utamanya adalah tanaman dari kelompok Graminae seperti jagung, padi, gandum, sorgum, dan tebu sehingga keberadaan dan perkembangan populasinya perlu untuk diwaspadai. Kerugian yang diakibatkan dari serangan hama ini pada tanaman jagung di negara Afrika dan Eropa dari 8,3 hingga 20,6 juta ton per tahun dengan nilai kerugian ekonomi antara US\$ 2.5-6.2 milyar per tahun (FAO & CABI, 2019). Menurut Silap dan Rante (2020) kerusakan pada tanaman jagung yang disebabkan

oleh *S. frugiperda* dapat mencapai 60% jika tidak dilakukan pengendalian. Dengan demikian, penting untuk mengetahui pengendalian *S. frugiperda* secara tepat untuk mengurangi terjadinya serangan pada tanaman jagung.

Untuk mengatasi serangan hama pada tanaman jagung, kebanyakan petani masih menggunakan pestisida sintetik dengan harapan dapat meningkatkan hasil produksi. Hal ini menyebabkan meningkatnya penggunaan pestisida sintetik dari tahun ke tahun. Namun, tingginya tingkat penggunaan pestisida sintetik tidak diimbangi dengan pemahaman petani dalam proses pengaplikasiannya. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran air, tanah, udara, dan juga dapat berpengaruh pada kesehatan petani, keluarga petani, serta konsumen lainnya (Yunarti dkk., 2013).

Adanya dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida yang tidak bijaksana tersebut, maka perlu adanya kesadaran petani untuk mulai menerapkan sistem PHT (pengendalian hama terpadu) sehingga dapat menurunkan penggunaan pestisida. Salah satu cara yang dapat dimanfaatkan sebagai pengendalian hama terpadu adalah penggunaan insektisida nabati. Salah satu insektisida nabati yang dapat dimanfaatkan berasal dari tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Minyak atsiri cengkeh mengandung senyawa *volatil oil* seperti eugenol, eugenol asetat dan metal eugenol. Eugenol merupakan komponen utama penyusun minyak atsiri cengkeh. Senyawa-senyawa pada cengkeh yang berperan aktif didalam menghambat pertumbuhan ulat bulu ialah senyawa eugenol dan eugenol asetat (Guenther,1990).

Selain insektisida nabati dapat juga menggunakan pengendalian selektif yaitu dengan insektisida IGR (*insect growth regulator*) yang berkerja sebagai zat pengatur pertumbuhan serangga. Menurut Hasibuan (2012), insektisida IGR berbeda dengan insektisida lainnya. Insektisida umumnya mengganggu kerja sistem saraf, namun insektisida ini mengganggu sistem hormon serangga. Insektisida IGR diflubenzuron adalah IGR dari keluarga benzoil urea yang bekerja dengan mengganggu proses sintesis kitin dan pergantian kulit serangga (*molting*).

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukan penelitian untuk melihat apakah ekstrak daun cengkeh dan insektisida IGR tersebut dapat menghambat perkembangan dan menyebabkan mortalitas ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh insektisida nabati (ekstrak daun cengkeh) dan insektisida IGR sintetis (diflubenzuron) terhadap mortalitas *S. frugiperda*.
2. Mengetahui pengaruh insektisida nabati (ekstrak daun cengkeh) dan insektisida sintetis (diflubenzuron) terhadap penghambatan perkembangan *S. frugiperda*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Upaya untuk mengurangi dan juga membatasi penggunaan insektisida kimia dalam pengendalian hama agar dapat mengurangi dampak negatif yang merugikan telah lama menjadi bahasan oleh pakar dunia termasuk di Indonesia. Konsep pengendalian hama secara terpadu (*Integrated Pest Control =IPM*) pertama dikenalkan oleh Stern *et al.* (1959). Sistem ini merupakan kombinasi antara penggunaan insektisida kimia dan pengendalian alami serta cara pengendalian lainnya untuk mengendalikan populasi hama.

IGR (*Insect Growth Regulator*) adalah insektisida selektif yang mengandung komponen kimia beracun bagi serangga yang mudah terurai, sehingga tidak terjadi kontaminasi lingkungan. Menurut Untung (2010), IGR pada dasarnya mengganggu aktivitas normal sistem endokrin serangga. Efek IGR dapat terjadi selama perkembangan embrio, perkembangan larva atau nimfa, metamorfosis, proses reproduksi, atau perilaku diapause. IGR memiliki banyak macam salah satunya adalah diflubenzuron yang berfungsi menjadi penghambat produksi sintesis kitin (*chitin synthesis inhibitor*). Keuntungan dari penggunaan IGR berjenis diflubenzuron adalah IGR ini memiliki daya racun relatif tidak toksik terhadap mamalia yang dapat dibuktikan dari nilai LD₅₀ oral > 5000 mg/kg dan LD₅₀ dermal > 20,000 mg/kg, tidak beracun terhadap ikan, alga, cacing tanah,

burung, dan selektivitas tinggi terhadap organisme sasaran (Alfiah dan Setiyaningsih, 2012).

Selain insektisida selektif, insektisida nabati juga dapat digunakan dalam pengendalian hama. Insektisida nabati dapat berasal dari tanaman cengkeh. Cengkeh mengandung metabolit sekunder sebagai bahan aktif potensial yang dapat digunakan dalam mengendalikan serangga hama (Fateha *et al.*, 2021). Menurut Nurdjannah (2004) cengkeh mengandung eugenol antara 80-88 % dengan kadar eugenol asetat yang rendah namun kadar β -caryophyllene yang tinggi. Eugenol adalah bahan utama komposisi minyak atsiri daun cengkeh. Senyawa eugenol telah dipelajari dan dapat membunuh ulat bulu gempinis pada konsentrasi 10% (Astuthi dkk., 2012).

Pada penelitian yang dilakukan Yuliani dan Utami (2022), ekstrak daun cengkeh dengan konsentrasi insektisida nabati yang diuji (0%, 10%, 20%, 30% dan 40%) dengan pelarut aquades berpengaruh terhadap tingkat mortalitas larva *S. litura*, dengan konsentrasi insektisida yang memberikan pengaruh paling baik yaitu pada konsentrasi 40%. Penelitian juga menunjukkan hasil yang sesuai untuk penentuan LT_{50} pada jenis insektisida ekstrak daun cengkeh tersebut, dengan konsentrasi 40% adalah 56,0409 jam.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi insektisida nabati (ekstrak daun cengkeh) dan insektisida IGR sintetis (diflubenzuron) mampu menyebabkan mortalitas *S. frugiperda*.
2. Aplikasi insektisida nabati (ekstrak daun cengkeh) dan insektisida IGR sintetis (diflubenzuron) mampu menghambat perkembangan *S. frugiperda*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ulat *Spodoptera frugiperda*

Ulat grayak (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) adalah serangga tropis asal Amerika Serikat hingga Argentina. *S. frugiperda* tergolong hama yang berbahaya karena dapat menyerang banyak tanaman, salah satunya jagung. Jika tidak ditangani dengan benar, hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil yang parah (Kementan, 2019). Di negara Afrika dan Eropa, kerugian akibat serangan hama ini mencapai 8,3-20,6 juta ton per tahun dengan nilai kerugian ekonomi antara US\$ 2,5-6,2 milyar per tahun (FAO & CABI, 2019).

Ulat grayak *S. frugiperda* pertama kali dilaporkan masuk ke Indonesia, khususnya Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat, pada awal tahun 2019. *S. frugiperda* ditemukan merusak tanaman jagung dengan tingkat serangan tinggi dan jumlah larva berkisar 2-10 tanaman. Munculnya hama ini di Indonesia terkait dengan ciri visualnya yang khas, dapat menempuh jarak hingga 100 km dalam satu malam (Kementan, 2019).

Larva *S. frugiperda* dapat merusak hampir semua bagian tanaman jagung dari akar, daun, bunga jantan, bunga betina hingga tongkol. Kerusakan ditandai dengan ditemukannya lubang pada pucuk tanaman dan juga terdapat banyak kotoran larva. Ketika daun sudah terbuka akan terlihat bagian daun yang rusak dan berlubang akibat bekas gerakan larva yang disertai dengan adanya serbuk mirip gergaji berwarna kuning kecoklatan. Larva biasanya menetap pada pucuk tanaman dan menyerang titik tumbuh tanaman (Maharani *et al.*, 2019).

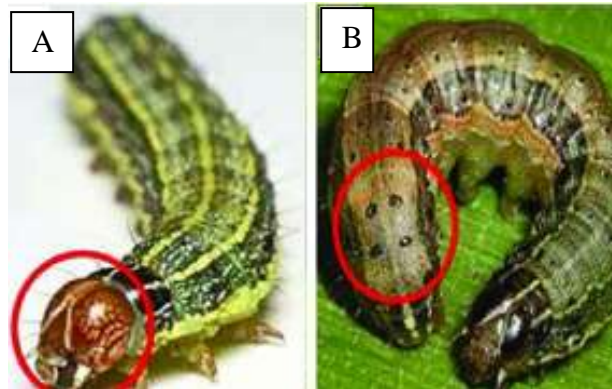
Ulat grayak digolongkan ke dalam Kingdom Animalia, Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Famili Noctuidae, Genus *Spodoptera*, Species *S. frugiperda* (J. E. Smith) (Nonci dkk., 2019).

S. frugiperda memiliki massa telur berwarna krem, abu-abu atau keputihan, dengan penutup seperti rambut, dan biasanya terletak di bagian bawah daun tetapi bisa juga berada di permukaan atas daun (Gambar 1). Warna telur dari *S. frugiperda* adalah putih, merah muda atau hijau muda dan juga berbentuk bulat. Masa inkubasi telur berkisar 2-3 hari selama kondisi hangat (Prasanna *et al.*, 2018). Menurut Capinera (1999), jumlah telur yang dihasilkan dari imago *S. frugiperda* betina berkisar 1500 butir, maksimum dapat mencapai 2000 butir telur.



Gambar 1. Kelompok telur *S. frugiperda* (Prasanna *et al.*, 2018).

S. frugiperda bermetamorfosis sempurna yaitu dijumpai bentuk telur, 6 instar larva, pupa, dan imago (CABI, 2020). Larva instar 1 berwarna kehijauan dengan kepala hitam sedangkan pada instar 2 warna kepalanya akan memutih. Selanjutnya pada instar 3, permukaan dorsal tubuhnya menjadi kecoklatan dan terbentuk garis-garis putih. Pada instar ke 4-6 kepalanya berwarna coklat kemerahan, berbintik-bintik putih dan tubuh kecokelatan serta memiliki garis sub dorsal dan lateral putih. Kepala larva instar 6 ditandai dengan huruf Y terbalik berwarna putih dan memiliki empat bintik hitam yang membentuk persegi pada segmen tubuh kedua hingga terakhir (Gambar 2) (Capinera, 2017).



Gambar 2. Larva *S. frugiperda*. (A) kepala dengan pola huruf Y; (B) Segmen ruas ekor dengan pola empat titik (Nonci *et al.*, 2019)

Pupa umumnya memiliki ukuran panjang 15 mm dan berada 2-8 cm dalam tanah. Pupa berwarna coklat gelap, lama stadia pupa adalah sekitar 8-9 hari selama musim panas, tetapi mencapai 20 hingga 30 hari selama musim dingin. Lebar sayap imago berkisar antara 32-40 mm, ukuran imago jantan sedikit lebih kecil dibandingkan imago betina (FAO dan CABI, 2019).

2.2 Insektisida Nabati Ekstrak Daun Cengkeh

Cengkeh digolongkan ke dalam: Divisi Spermatophyta, Subdivisi Angiospermae, Kelas Dicotyledoneae, Bangsa Myrtales, Famili Myrtaceae, Marga *Syzygium* dan Spesies *Syzygium aromaticum* L. (Suwanto dkk., 2014). Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) merupakan tanaman pohon berbatang besar dan keras dengan tinggi dapat mencapai 20-30 m. Tanaman ini tumbuh baik pada daerah tropis pada ketinggian 600-1000 m di atas permukaan laut (dpl) dan dapat bertahan hidup hingga 100 tahun (Danarti dan Najiyati, 2003). Tanaman cengkeh memiliki 4 jenis akar yaitu akar tunggang, akar lateral, akar serabut dan akar rambut. Daun dari tanaman cengkeh merupakan daun tunggal yang kaku dan bertangkai tebal dengan panjang tangkai daun sekitar 2-3 cm (Nuraini, 2014).

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman asli Maluku (Indonesia) yang termasuk dalam keluarga tanaman Myrtaceae dengan ordo Myrtales (Razafimamonjison *et al.*, 2015). Tanaman ini merupakan tanaman herbal dan telah lama digunakan di negara-negara Timur Tengah dan Asia (Dehghani *et al.*

2012). Cengkeh digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai penyakit, dan juga sebagai penyedap masakan. Aroma yang ada pada cengkeh dihasilkan oleh senyawa eugenol, yang merupakan senyawa utama (72-90%).

Eugenol memberikan toksisitas kontak yang kuat sehingga dapat digunakan sebagai insektisida yang kuat dengan efek anti serangga seperti *antifeedant* dengan cara menghentikan nafsu makan serangga sementara. Eugenol memberikan toksisitas kontak yang kuat sehingga dapat digunakan sebagai insektisida yang kuat dengan efek anti serangga lainnya seperti *antifeedant* untuk mengendalikan ulat grayak pada kedelai. Oleh karena itu tanaman cengkeh ini dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati (Fateha *et al.*, 2021).

Penggunaan minyak bunga cengkeh juga diketahui efektif mengendalikan serangga dewasa *Stegobium paniceum* pada konsentrasi 1% (Witratno, 1994). Disamping itu Grainge dan Ahmed (1987) menyebutkan bahwa produk minyak cengkeh merupakan salah satu pestisida nabati yang digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis serangga termasuk kutu putih.

Pestisida nabati adalah pestisida yang berbahan dasar tumbuhan dan mengandung bahan aktif yang dapat mengendalikan hama. Sejarah mencatat bahwa penggunaan pestisida nabati telah dilakukan selama tiga abad. Pada 1690, petani Prancis menggunakan ekstrak daun tembakau untuk mengendalikan kepik pada buah persik. Pada tahun 1800, bubuk tanaman pirethrum digunakan untuk mengendalikan kutu daun (Chan-Bacab and Pena-Rodriguez, 2001; Biebel *et al.*, 2003).

Tumbuhan telah berevolusi dengan mengembangkan dan memproduksi bahan kimia alami sebagai alat pertahanan terhadap serangan serangga hama. Namun, kandungan bahan kimia dalam bentuk senyawa metabolit sekunder fungsinya kurang jelas bagi metabolisme tumbuhan. Produk metabolit sekunder tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif pestisida nabati (Kardinan dan Wikardi 1997; Dubey *et al.*, 2008) dan juga alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu tumbuhan. Bagian dari tanaman cengkeh yang dapat dimanfaatkan

adalah bagian daunnya. Daun cengkeh merupakan salah satu dari bagian tanaman cengkeh yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Cengkeh mengandung senyawa metabolit sekunder antara lain saponin, alkaloid, flavonoid dan tannin (Huda dkk., 2018).

Cahyadi (2009) menjelaskan bahwa senyawa alkaloid dan flavonoid dapat bertindak sebagai *stomach positioning* atau racun perut dimana bila senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh larva maka alat pencernaannya akan terganggu. Flavonoid adalah senyawa yang bersifat racun/alelopati, merupakan persenyawaan dari gula tertikat dengan flavon (Fatonah dkk., 2013).

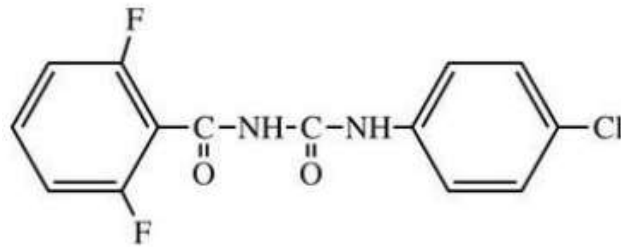
Tanin merupakan senyawa makro molekul yang dihasilkan dari tanaman yang berperan sebagai penolak nutrisi (*antinutrient*) dan penghambat enzim (*enzyme inhibitor*) sehingga mengakibatkan rendahnya hidrolisis pati dan menurunkan respons terhadap gula darah pada hewan (Matsushita *et al.*, 2002 dalam Siamtuti dkk., 2017). Sedangkan saponin merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis pada darah, bersifat racun bagi hewan berdarah dingin (Prihatma, 2001).

Terpenoid memiliki bau menyengat yang tidak disukai serangga. Senyawa ini dapat mempengaruhi fungsi saraf dan menghambat enzim asetilkolinesterase (AChE) yang menyebabkan gangguan transmisi rangsang, menurunkan kerja otot, dan kematian pada serangga (Rattan, 2010; Rohmawati, 2015).

2.3 Insektisida IGR Diflubenzuron

Insect growth regulators (IGR) adalah pestisida dengan cara kerja yang sangat spesifik, oleh karena itu aman terhadap hama non-target (Joseph, 2017). Salah satu insektisida IGR adalah insektisida dengan bahan aktif diflubenzuron. Menurut EPA (1997), diflubenzuron pertama kali terdaftar di Amerika Serikat pada tahun 1979 untuk digunakan sebagai insektisida dengan 29 merek dagang yang sudah terdaftar. Diflubenzuron digunakan sebagai pengatur pertumbuhan serangga dan bekerja dengan cara menghambat sintesis kitin. Diflubenzuron dapat diterapkan pada tanaman pertanian (ceri, jeruk, kapas, kedelai, kenari, dan

jamur), tanaman hias (termasuk tanaman yang ditanam di rumah kaca), perlindungan hutan, sistem perairan, dan sebagai pakan melalui pengobatan untuk ternak (EPA, 1997). Diflubenzuron merupakan turunan benzoylphenylurea (1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea), dengan rumus kimia $C_{14}H_9O_2N_2F_2Cl$ (Gambar 3).



Gambar 3. Struktur kimia diflubenzuron (Duphar, 1987)

Diflubenzuron berbentuk kristal padat berwarna putih dengan titik leleh 210 - 230°C. Diflubenzuron hampir tidak larut dalam air (0,2 mg/l), tetapi larut dalam organik pelarut termasuk asetonitril (2 g/l), aseton (6,5 g/l), dimetilsulfoksida dan dimetilformamida (120 g/l), dan N-metilpirolidon (200 g/l) (EPA, 1997).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

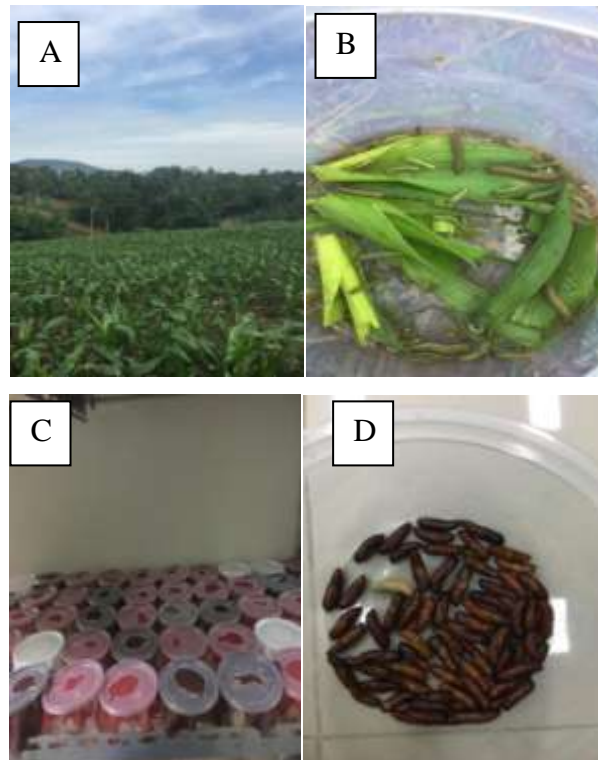
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Maret hingga Agustus 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah blender, timbangan, *rotary evaporator*, kertas saring, corong, erlenmeyer, cawan petri, mikroskop, spatula, kain, polybag ukuran 10x15 cm, biji jagung varietas BISI-2, tanah, toples, karet gelang, gunting, pinset, kuas, tisu, nampan, alat tulis dan dokumentasi. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larva *S. frugiperda*, daun jagung, daun cengekeh, aquades, aseton, dan diflubenzuron.

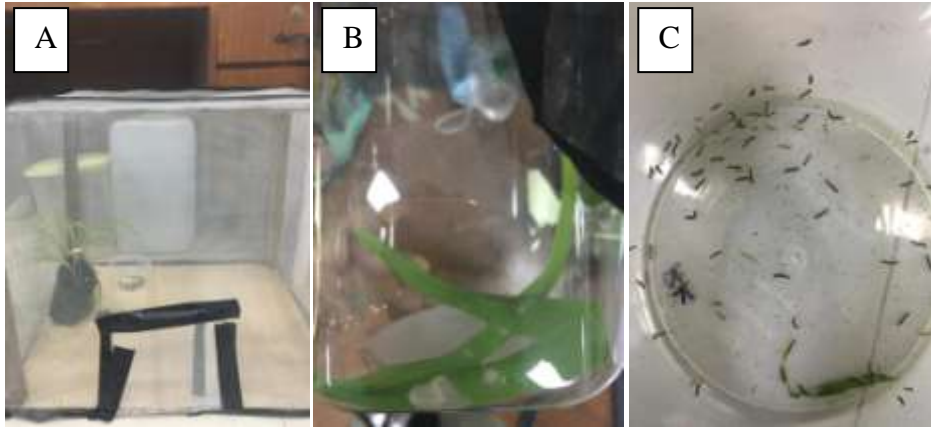
3.3 Pembiakan Serangga Uji

Larva *S. frugiperda* didapatkan dari lahan jagung di Tanjung Bintang (Gambar 4A) yang kemudian diperbanyak di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Larva *S. frugiperda* (Gambar 4B) dipelihara pada wadah plastik dan ditutup dengan kain lalu ditutup kembali dengan tutup yang sudah dilubangi (Gambar 4C). Larva *S. frugiperda* diberi pakan daun jagung muda. Larva dipelihara sampai menjadi pupa (Gambar 4D).



Gambar 4. Proses pengembangbiakan larva *S. frugiperda*. (A) lahan jagung tempat pengambilan larva *S. frugiperda*; (B) larva *S. frugiperda*; (C) wadah pemeliharaan larva *S. frugiperda*; (D) pupa *S. frugiperda*.

Pupa-pupa yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam kurungan (Gambar 5A). Imago yang muncul diberi pakan larutan madu 20% yang diserapkan pada segumpal kapas yang digantung. Imago akan melakukan kopulasi dan bertelur. Pada kurungan juga dimasukkan tanaman jagung beserta polybagnya, daun jagung ini akan menjadi tempat meletakkan telur bagi imago betina. Telur yang dihasilkan dipelihara pada daun jagung hingga menetas menjadi larva dalam waktu 2-3 hari (Gambar 5B). Telur yang menetas dipindahkan dari kurungan ke wadah plastik yang berisi daun jagung kemudian dipelihara sampai waktu pengujian yaitu pada saat larva memasuki instar II (Gambar 5C).



Gambar 5. Proses pemeliharaan dari pupa hingga menjadi larva *S. frugiperda*. (A) kurungan pupa yang menjadi imago *S. frugiperda*; (B) telur *S. frugiperda*; (C) telur yang menetas menghasilkan larva *S. frugiperda*.

3.4 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilaksanakan terlebih dahulu dengan mengembangbiakkan serangga uji *S. frugiperda*. Serangga uji *S. frugiperda*, dikumpulkan dari lahan jagung di Tanjung Bintang yang kemudian diperbanyak di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Larva *S. frugiperda* dipelihara dalam wadah dan diberi pakan daun jagung muda. Kain strimin digunakan untuk menutupi dan dilapisi lagi dengan tutup yang sudah dilubangi agar larva *S. frugiperda* tetap mendapatkan udara.

S. frugiperda dipelihara hingga bertelur kemudian menetas menjadi larva. Larva yang digunakan adalah larva instar II. Uji pendahuluan terdiri dari 3 perlakuan dan 2 ulangan dengan 10 ekor larva tiap ulangannya. Perlakuan terdiri atas kontrol (P0), aplikasi ekstrak daun cengkeh 0,1% (P1), aplikasi ekstrak daun cengkeh 0,3% (P2) dan aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 0,7% (P3). Ekstrak daun cengkeh dipersiapkan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu. Kemudian dilakukan penyemprotan secara langsung terhadap serangga uji (Larva *S. frugiperda*). Uji pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan kisaran konsentrasi yang mampu menyebabkan kematian serangga uji (larva *Spodoptera*

frugiperda). Mortalitas larva *S. frugiperda* akibat aplikasi daun cengkeh dapat dilihat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Presentase mortalitas larva *S. frugiperda* setelah perlakuan ekstrak daun cengkeh

Konsentrasi (%)	Persentase Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> pada :			
	1 HSA	2 HSA	3 HSA	4 HSA
Kontrol	0	0	0	0
0,1	0	0	10	20
0,3	0	20	30	40
0,7	10	40	50	65

Keterangan: HSA yaitu hari setelah aplikasi

Berdasarkan Tabel 1, hasil uji pendahuluan yang diperoleh adalah bahwa aplikasi ekstraksi daun cengkeh mampu menyebabkan mortalita larva *S. frugiperda*. Aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 0,1 % mampu menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* (instar II) sebanyak 20% pada 4 hsa. Konsentrasi 0,3 % mampu menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* (instar II) sebanyak 40% pada 4 hsa. Sedangkan pada konsentrasi 0,7% mampu menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* (instar II) sebanyak 65% pada 4 hsa. Pada kontrol tidak ada satu pun larva uji yang mati. Hasil yang didapatkan dari uji pendahuluan sudah cukup efektif, namun tidak mampu menyebabkan mortalitas secara keseluruhan pada serangga uji. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan berbagai macam konsentrasi untuk mengetahui pengaruh terhadap perkembangan dan mortalitas serangga larva *S. frugiperda*.

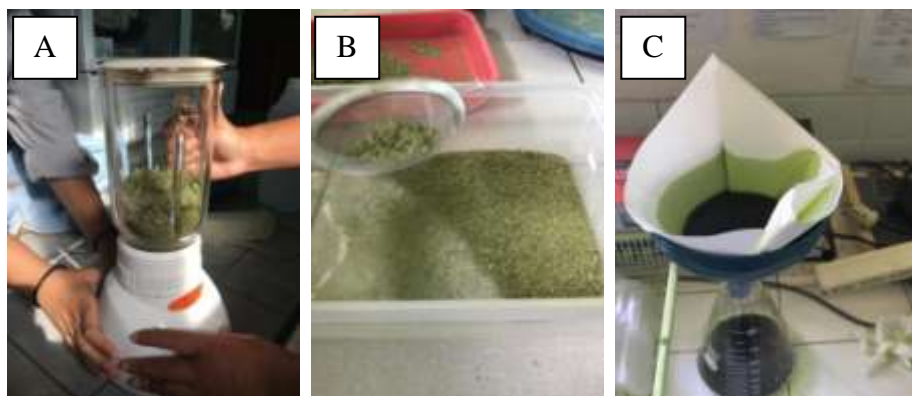
3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian disusun dengan rancangan acak kelompok (RAK), yang terdiri dari 7 perlakuan dan 3 ulangan dengan 20 ekor larva tiap ulangannya. Perlakuan terdiri atas kontrol (tanpa insektisida) (P0), aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 0, 5% (P1), aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 0,75% (P2), aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 1% (P3), aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 1,25% (P4), aplikasi ekstrak daun cengkeh konsentrasi 1,5% (P5) dan

aplikasi IGR diflubenzuron konsentrasi 0,1% (P6). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali yang digunakan sebagai kelompok. Pengelompokan dilakukan berdasarkan pada waktu aplikasi serta dilakukan pengacakan perlakuan di setiap kelompok. Pada penelitian ini terdapat 21 satuan percobaan, dan pada setiap satuan percobaan digunakan 20 ekor larva *S. frugiperda* instar II.

3.6 Pembuatan Insektisida Ekstrak Daun Cengkeh

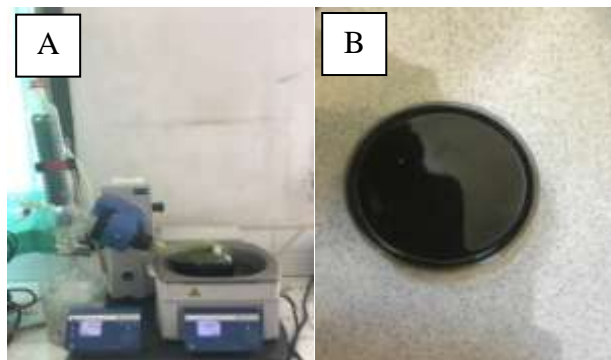
Daun cengkeh diperoleh dari lahan yang berada di kelurahan Jagabaya 3, kecamatan Way Halim, kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Daun dikumpulkan sebanyak 2 kg. Daun cengkeh tersebut dicuci hingga bersih dan dikeringkan tanpa sinar matahari selama 7 hari. Kemudian, daun dihaluskan menggunakan blender (Gambar 6A) lalu hasilnya disaring kembali untuk mendapatkan hasil yang lebih halus (Gambar 6B). Selanjutnya, 150 g serbuk daun cengkeh direndam dalam aseton 70% sebanyak 1 L, selama \pm 24 jam. Hasil ekstrak daun cengkeh tersebut dipisahkan dari ampasnya menggunakan corong yang telah dilapisi kertas saring (Gambar 6C). Bagian ampasnya digunakan kembali dengan ditambahkan aseton 70% kembali sebanyak 1 L, dan hasilnya disaring kembali (Setiawati *et al.*, 2018).



Gambar 6. Proses pembuatan ekstrak daun cengkeh. (A) penghalusan daun cengkeh; (B) penyaringan serbuk daun cengkeh; (C) penyaringan ekstrak daun cengkeh

Hasil dari penyaringan tersebut dicampurkan ke dalam erlenmeyer yang sama, kemudian dilakukan tahap proses penguapan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C-50°C dengan tekanan rendah (\pm 15 mmHg) dan dengan kecepatan putaran

100 rpm selama 40 menit (Gambar 7A). Sehingga diperoleh ekstrak daun cengkeh 100% (Gambar 7B) (Asikin dan Lestari, 2021)



Gambar 7. Proses evaporasi ekstrak daun cengkeh. (A) penguapan ekstrak daun cengkeh; (B) hasil ekstrak daun cengkeh murni

3.7 Penyiapan Insektisida IGR Diflubenzuron

Insektisida IGR berbahan aktif diflubenzuron (merek dagang Dimilin 25 WP) disiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan aplikasi. Konsentrasi yang digunakan berdasarkan anjuran yang telah tertera di label kemasan yaitu sebesar 0,1%. Pembuatan suspensi dilakukan dengan cara menambahkan tepung insektisida IGR diflubenzuron seberat 1 g ke dalam erlenmeyer 1 L, kemudian ditambahkan aquades sampai volume larutan mencapai 1 L, lalu diaduk hingga merata. Hasil suspensi tersebut dipindahkan ke dalam botol semprot dengan volume 10 ml/botol.

3.8 Pengaplikasian Masing- Masing Insektisida

Aplikasi masing-masing insektisida dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi ke dalam toples pemeliharaan yang telah berisi nimfa *S. frugiperda* instar II. Suspensi disemprotkan dengan menggunakan botol sprayer yang telah dimodifikasi dengan volume 10 ml/botol. Penyemprotan dilakukan secara merata pada pakan dan semua bagian serangga sebanyak ± 1 ml (6 kali semprot) per satuan percobaan. Setiap perlakuan diaplikasikan dengan menggunakan bahan aktif dan konsentrasi masing-masing yang tertera pada (Tabel 2). Setelah aplikasi, serangga-serangga uji tersebut dipindahkan ke toples baru yang berisi pakan

berupa daun jagung. Pemeliharaan tetap dilakukan dengan mengganti pakan setiap 1 hari sekali.

Tabel 2. Perlakuan dan konsentrasi bahan aktif yang diuji

No	Bahan Aktif Insektisida	Konsentrasi Perlakuan
1	Kontrol (tanpa insektisida)	0
2	Ekstrak daun cengkeh	0,5%
3	Ekstrak daun cengkeh	0,75%
4	Ekstrak daun cengkeh	1%
5	Ekstrak daun cengkeh	1,25%
6	Ekstrak daun cengkeh	1,5%
7	IGR Diflubenzuron	0,1%

3.9 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Variabel yang diamati adalah mortalitas dan perkembangan hidup *S. frugiperda* setelah pengaplikasian masing- masing insektisida. Pengamatan dilakukan setiap hari setelah aplikasi (hsa). Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan dengan menghitung jumlah kematian (mortalitas) larva, pupa terbentuk, pupa normal, pupa cacat atau abnormal, imago terbentuk, imago normal, imago cacat atau abnormal dan penghambatan aktivitas makan.

Mortalitas larva *S. frugiperda* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Mortalitas} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Jumlah larva *S. frugiperda* yang mati.

B = Jumlah larva *S. frugiperda* yang diamati.

Presentase pupa terbentuk/normal/abnormal dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Pupa terbentuk/normal/abnormal} = \frac{P}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Jumlah larva *S. frugiperda* yang menjadi pupa/ pupa normal/ pupa abnormal.

N = Jumlah larva *S. frugiperda* yang diamati

Presentase imago terbentuk/ normal/ abnormal dapat dihitung dengan rumus berikut (Puspitalia dkk., 2018) :

$$\text{Imago terbentuk/ normal/ abnormal} = \frac{I}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Jumlah larva *S. frugiperda* yang menjadi imago normal/ imago abnormal

N = Jumlah larva *S. frugiperda* yang diamati

Penghambatan aktivitas makan larva *S. frugiperda* dihitung dengan rumus Priyono (2005) dalam Mendes dkk. (2016) sebagai berikut:

$$\text{Penghambatan Aktivitas Makan (\%)} = \frac{\text{BKK} - \text{BKP}}{\text{BKK}} \times 100\%$$

Keterangan:

BKK = Berat kering daun kontrol yang dimakan (g)

BKP = Berat kering daun perlakuan yang dimakan (g)

Untuk menghitung berat kering daun kontrol (BKK) terlebih dahulu dicari faktor koreksi dengan menggunakan 10 ulangan dengan bobot daun awal 6 gr.

Kemudian dilakukan pengovenan dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$, lalu ditimbang sampai berat yang konstan (Pratami dkk., 2015). Untuk hasil akhir pengovenan pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor koreksi bobot kering daun yang dimakan

No	Bobot daun sebelum dioven (gram)	Bobot daun setelah dioven (gram)	Jumlah air yang menguap (gram)
1	6	3,5	2,5
2	6	3,5	2,5
3	6	3,5	2,5
4	6	3,5	2,5
5	6	3,5	2,5
6	6	3,5	2,5
7	6	3,5	2,5
8	6	3,5	2,5
9	6	3,5	2,5
10	6	3,5	2,5
Total	60	35	25

Perhitungan:

$$\text{Penguapan} = \frac{25}{60} \times 100\% = 41\% = 0,41$$

Berat daun kering = Berat daun basah – penguapan

$$= 100\% - 41\% = 59\% = 0,59 \times \text{daun basah}$$

Persentase penghambatan aktivitas makan yang telah dihitung akan dilanjutkan dengan menentukan kriteria penghambat makan (Tabel 4).

Tabel 4. Kriteria penghambatan aktivitas makan

Penghambatan Aktivitas Makan (%)	Kriteria
> 80 %	Kuat
61–80 %	Sedang
40–60 %	Lemah
< 40 %	Sangat Lemah

(Park *et al.*, 1997 dalam Mendes dkk., 2016).

3.10 Analisis Data

Data diuji terlebih dahulu untuk analisis data, dengan homogenitas ragam antar perlakuan dengan uji Bartlett dan uji Aditivitas dengan uji Tukey. Jika hasil uji tersebut memenuhi asumsi, maka data dianalisis dengan sidik ragam (ANARA) pada taraf 5% dan dilanjutkan pengujian Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Analisis data dilakukan dengan program Microsoft Excel 2010.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ekstrak daun cengkeh dan insektisida IGR (*insect growth regulator*) berbahan aktif diflubenzuron mampu menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda* sebesar 100% pada 7 HSA (hari setelah aplikasi) dan 5 HSA.
2. Ekstrak daun cengkeh dan insektisida IGR berbahan aktif diflubenzuron mampu menghambat perkembangan *S. frugiperda*.

5.2 Saran

Penulis menyarankan agar dilakukan penelitian serupa di lapangan, untuk mengetahui pengaruh insektisida ekstrak daun cengkeh dan IGR diflubenzuron yang paling efektif dalam menghambat perkembangan serangga *S. frugiperda*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andria, A. A. 2000. *Minyak atsiri tumbuhan tropika Indonesia*. ITB. Bandung.
- Alfiah, S. dan Setiyaningsih, R. 2012. Efikasi larvasida berbahan aktif benzoyl phenil urea sebagai insect growth regulator terhadap larva *Culex quinquefasciatus* di laboratorium. *Jurnal Vektora*. 4(1): 45-51.
- Ascher, K. R. S., Elyashu. M., Nadia. E. N., and Meisner. J. 1983. Neem seed kernel extract as an inhibitor of growth and fecundity in *Spodoptera littoralis*. Departement of Toxicology, Agricultural Research Organization (ARO), The Volcani Center, Bet Dagan, Istrael. *Proceedings of 2nd International Neem Conference, Rauischholzhausen*. Germany. Page 331- 344.
- Asikin, S. dan Lestrai, Y. 2021. Aplikasi insektisida nabati berbahan tanaman rawa dalam mengendalikan hama sawi di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Al Ulum Sains dan Teknologi*. 6(1): 32-38.
- Asthuti, M. M. M., Sumiartha, K., Susila, I. W., Wirya, G. N. A. S., dan Sudiarta, I. P. 2012. Efikasi Minyak atsiri tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Meer. & Perry), pala (*Myristica fragrans* Houtt), dan jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) terhadap mortalitas ulat bulu gempinis dari Famili Lymantriidae. *Jurnal Agriculture Science and Biotechnology*. 1(1): 12-23.
- Beyond Pesticides. 2003. *Chemical Watch Fact Sheet Diflubenzuron*. Tersedia dalam <http://www.beyondpesticides.org>. Diakses pada 06 Juni 2023.
- Biebel, R., Rametzhofer, E., Klapal, H., Polheim, D., and Viernstein, H. 2003. Action of pyrethrum-based formulations against grain weevils. *Jurnal Pharmaceutics*. 256(1-2): 175-181.
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). 2019. *Spodoptera frugiperda (Fall Armyworm)*. <https://www.cabi.org/ISC/fallarmyworm>. Diakses pada tanggal 12 Februari 2022.
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International) 2020. *Spodoptera frugiperda (Fall armyworm)*. [www. Cabi. Org](http://www.cabi.org). Diakses pada tanggal 15 Februari 2022.

- Cahyadi, R. 2009. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Larva *Artemia salina* Leach Dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Laporan Akhir Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran UNDIP. Semarang.
- Capinera, J. L. 1999. *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). University of Florida IFAS Extension Publication EENY-098. Published July 1999. Revised November 2005. Reviewed February 2022.
- Capinera, J. L. 2017. *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Department of Entomology and Nematology UF/IFAS Extension. Florida.
- Chan-Bacab, M. J., and Pena-Rodriguez, L. M. 2001. *Plant natural products with leishmanicidal activity. Nat. Products Rep.* 18: 674-688.
- Cindowarni, O., Hasibuan, R., Hariri, A. M., dan Purnomo. 2021. Pengujian ekstrak daun sirsak dan pengatur pertumbuhan serangga (PPS) diflubenzuron terhadap *Nezara viridula* L. *Jurnal Agrotek Tropika.* 10(3): 347-354.
- Danarti., dan Najiyati, S. 2003. *Budidaya dan Penanganan Pasca Panen Cengkih.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Darwiati, W. 2009. Uji efikasi ekstrak tanaman suren (*Toona sinensis* Merr.) sebagai insektisida nabati dalam pengendalian hama daun (*Eurema* spp. dan *Spodoptera litura* F.). *Tesis.* Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dehghani, F., Heshmatpour, A., Panjehshahin, M.R., dan Khozani, T.T. 2012. Toxic effects of Water alcoholic extract of *Syzygium aromaticum* on sperm quality, sex hormones and reproductive tissues in male mouse. *IUFS Jurnal Biology.* 71(2): 95-102.
- Dubey, N. K., Srivastava, B. dan Kumar, A. 2008. Current status of plant products as botanical pesticides in storage pest management. *Jurnal of Biopesticides.* 01(2): 182-186.
- Duphar, B.V. 1987. Technical Reference Insecticide Diflubenzuron. *Agricultural Development Dept. Agricultural Development Dept, report of CPPA (Canadian Pulp and Paper Association) and FPMI (The Forest Pest Management Institutet.* CPPA-FPMI-TR-5.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1997. RED (Reregistration Eligibility Decision Facts) Diflubenzuron. *United States Environmental Protection Agency.* EPA-738-F-97-008.

- FAO (Food and Agriculture Organization) and CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). 2019. Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning and Management. First Edition. *The Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Amerika.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2018. <http://faostat3.fao.org/home/E>. Diakses pada tanggal 23 Maret 2022.
- Fateha, R. N., Grasela, M., Ichwan, M. N., Purwanti, E. W., dan Kurniasari, I. 2021. Larvicidal and Antifeedant Activities Of Clove Leaf Oil Against *Spodoptera Litura* (F.) On Soybean. *Jurnal HPT Tropika*. 21(1): 20-25.
- Fatonah, S., Asih, D., Mulyanti, D., dan Iriani, D. 2013. *Penentuan Waktu Pembukaan Stomata Pada Gulma Melastoma malabathricum L. Di Perkebunan Gambir Kampar, Riau*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Grainge, M. dan. Ahmad, S. 1987. *Handbook of plants with pest-control properties*. John Wiley and Sons. New York. 469 p
- Guenther, E. 1990. *Minyak Atsiri Jilid IV B*. Penerjemah S. Ketaren. Universitas Indonesia. <http://balittro.litbang.deptan.go.id/ind/images/-planococcus.pdf> /. Diakses pada tanggal 1 Agustus 2022.
- Hasibuan, R. 2012. *Insektisida Pertanian*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung. 149 hlm.
- Huda, M., Rodhiansyah., dan Ningsih, D. S. 2018. Efektivitas ekstrak bunga cengkeh (*Eugenia aromatica*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Analis Kesehatan*. 7(1) : 710-716.
- Iffah, D. H., Gunandini, D. J., dan Kardinan, A. 2008. Pengaruh ekstrak kemangi (*Ocimum basilicum forma citratum*) terhadap perkembangan lalat rumah (*Musca domestica*) (L.). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 5(1): 36-44.
- Jin-cheng, Z., Wu. T., Liu. L., Yang. W., and He. L. 2014. EcR-RNAi and azadirachtin treatments induced the abnormal proleg development in *Spodoptera litura*. *Journal of East China Normal University*. 1: 133-142.
- Joseph, S.V. 2017. Effects of insect growth regulators on *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*. 110(6): 2471-2477.
- Kardinan, A dan Wikardi, E. A. 1997. Pengaruh ekstrak akar tubaterhadap imago dan telur *Callosobruchus analis* . *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 3(1): 13-19.

- Kementan (Kementerian Pertanian). 2019. *Pengenalan fall armyworm (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Serelia. Jakarta.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L.T., Rizkie, L., Hidayat, Y and Dono, D. 2019. Cases of fall army worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang district, West Java. *Jurnal Cropsaver UNPAD*. 2(1): 38-46.
- Mendes, J. A., Dadang dan Ratna, E. S. 2016. Efek mortalitas dan penghambatan makan beberapa ekstrak tumbuhan asal kabupaten merauke, papua terhadap larva *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 16(2): 107-114.
- Nonci, N., Kalqutny, S.H. Y., Mirsam,H., Muis, A., Azrai,M., dan Aqil, M. 2019. *Pengenalan Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Jakarta.
- Nuraini, D. N. 2014. *Aneka Manfaat Bunga untuk Kesehatan*. Penerbit Gava Media. Yogyakarta.
- Nurdin.M, F.M. Titin S, dan Zackiyah. 2010. Penentuan pelarut terbaik dalam mengekstraksi senyawa bioaktif dari kulit batang *Artocarpus heterophyllus*. *Jurnal sains dan teknologi kimia*. 1(2):150-158.
- Nurdjannah, N. 2004. Diversifikasi penggunaan cengkeh. *Jurnal Perspektif*. 3(2): 61-70.
- Nurul, N. H., Yuliani dan Kuswanti, N. 2013. Pengaruh ekstrak daun suren dan daun mahoni terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman kubis. *Jurnal Unesa*. 2 (1): 95-99.
- Prasanna, B. M., Joseph, E., Huesing., Regina. E., and Virginia, M. P. 2018. *Fall Armyworm in Africa: A Guide For Integrated Pest Management*. United States: Feed the Future.
- Prasodjo, B. J. 1984. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pratami, M. P., Sri, H., dan Munifatul, I. 2015. Interaksi antara aplikasi gelombang suara sonic bloom dan jenis pupuk cair terhadap jumlah dan pembukan stomata serta pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Biologi*. 4(1): 1-12.
- Prihatma, K. 2001. *Saponin untuk Pembasmi Hama Udang. Penelitian Perkebunan Gambung*. Bandung. 85 hal.

- Purwanto, S. 2016. *Perkembangan Produksi dan Kebijakan dalam Peningkatan Produksi Jagung*. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id>. Diakses pada tanggal 1 Agustus 2022.
- Puspitalia, N., Liswarni, Y. dan Hamid, H. 2018. Uji konsentrasi ekstrak air daun *Lantana camara* Linnaeus terhadap mortalitas dan perkembangan *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Proteksi Tanaman*. 2(1): 28-36.
- Rattan, R.S. 2010. Mechanism of Action of Insecticidal Secondary Metabolites of Plant Origin. *Crop Protection*. 29(9): 913-920.
- Razafimamonjison, G., Jahiel, M., Duclos, T., Ramanoelina, P., Fawbush, F., dan Danthu, P. 2014. Bud, leaf and stem essential oil composition of *Syzigium aromaticum* from Madagascar, Indonesia and Zanzibar. *International Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(3): 224-233.
- Razak, T. A., Santhakumar. T., Mageswari. K., dan Santhi. S. 2014. Studies on efficacy of certain neem products against *Spodoptera litura* (Fab.). *Jurnal Biopest* 7:160-163.
- Rohmawati, A. 2015. Pengaruh Kombinasi Ekstrak Tembelean (*Lantana camara*) dan Babadotan (*Ageratum conyzoides*) sebagai Pestisida Nabati terhadap *Sitophilus oryzae* Penyimpanan Beras. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Samsudin. 2011. Biosintesa dan cara kerja azadirachtin sebagai bahan aktif insektisida nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. *Hasil Prosiding Seminar Nasional Pestisida Nabati IV*. Jakarta. hlm. 61-70.
- Setiawati, S., Hasibuan, R., Nuryasin, dan Purnomo. 2018. Efikasi ekstrak daun mengkudu terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* Zell. *Jurnal Agrotek Tropika*. 9(2): 99-104.
- Siamtuti, W. S., Aftiarani, R., Wardhani, Z. kusuma, Alfianto, N., dan Hartoko, I. V. 2017. Potensi tannin pada ramuan ngingang. *Bioeksperimen*. 3(2): 83–93.
- Silap, B. dan Rante, C. S. 2020. Serangan hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agroteknologi Terapan*. 1(2): 18-20.
- Singh, N. 2011. Chemical Ecology, Population Dynamics and Insecticide Susceptibility of Lesser Mealworm *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Thesis*. Proquees LLC. University of Arkansas 159 pp.

- Stern, V. M., Smith, R. F., van den Bosch, R., and Hagen, K. S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81–101.
- Sutoyo dan Wiroadmojo, B. 1997. Uji insektisida botani daun nimba (*Azadirachta indica*), daun pahitan (*Eupatorium inulifolium*) dan daun kenikir (*Tagetes* spp.) terhadap kematian larva *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman tembakau. *Makalah dipresentasikan pada Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Simposium Entomologi*. Universitas Padjadjaran 24-26 Juni. Bandung.
- Suwarto, Octavianty, Ydan Hermawati, S. 2014. *Top 15 Tanaman Perkebunan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Thamrin, M., Asikin, S., Mukhlis, dan Budiman, A. 2007. *Potensi Ekstrak Flora Lahan Rawa sebagai Pestisida Nabati*. Balai penelitian Pertanian Lahan Rawa. 35-54.
- Trisyono, Y.A., Suputa, Aryuwandari, V.E.F., Hartaman, M. dan Jumari. 2019. Occurrence of heavy infestation by the fall army worm *Spodoptera frugiperda* a new alien invasive pest in corn in Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 23(1): 156-160.
- Troy, D. B. 2005. *The science and practice of pharmacy*. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia.
- Untung, K. 2010. *Diktat dasar-dasar ilmu hama tanaman*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wilbraham, A. C., Matta, M. S. 1992. *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*. Seminar A,(Penerjemah). Terjemahan dari: *Introduction to organic and Biological Chemistry*. ITB. Bandung.
- Wiratno, 1994. Penelitian Pendahuluan pengaruh beberapa konsentrasi eugenol terhadap mortalitas *Stegobium paniceum*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 1-2 Desember 1993. hal. 56-59.
- Yuliani. dan Utami, A. 2022. Uji efektivitas daun sirsak (*Annona muricata*) dan daun cengkeh (*Sisymbrium aromaticum* L.) terhadap pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jurnal Pro-Stek*. 4(1): 32-42.
- Yunarti, M. G. C., Widiarnako, B., Sunoko, H. R. 2013. Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Universitas Diponegoro. Semarang.

Yunita, E.A., N.H. Suprapti, dan J.W. Hidayat. 2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *BIOMA*. 11 (1): 11-17.