

**PENGUJIAN IGR DIFLUBENZURON DAN INSEKTISIDA BOTANI
EKSTRAK DAUN SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP
KERAGAMAN ARTROPODA DAN HASIL TANAMAN KACANG
KEDELAI EDAMAME (*Glycine max* L. Merr)**

(Tesis)

Oleh

OLIVIA CINDOWARNI



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGUJIAN IGR DIFLUBENZURON DAN INSEKTISIDA BOTANI EKSTRAK DAUN SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP KERAGAMAN ARTROPODA DAN HASIL TANAMAN KACANG KEDELAI EDAMAME (*Glycine max* L. Merr)

Oleh

OLIVIA CINDOWARNI

Kedelai edamame memiliki berbagai khasiat untuk kesehatan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produksi kedelai edamame yaitu karena serangan hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan artropoda serta pertumbuhan dan hasil produksi kedelai edamame akibat perlakuan insektisida IGR sintetis diflubenzuron dan insektisida botani (ekstrak daun sirsak). Penelitian ini dilaksanakan di lapangan dan di laboratorium mulai dari bulan Desember 2020 hingga Maret 2021. Penelitian lapang berlokasi di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung (Polinela), dan penelitian laboratorium di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, dan Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan. Perlakuan terdiri atas kontrol atau tanpa insektisida (P0), insektisida ekstrak daun sirsak konsentrasi 1% (P1), insektisida ekstrak daun sirsak konsentrasi 2% (P2), aplikasi IGR diflubenzuron konsentrasi 0,05% (P3), aplikasi IGR diflubenzuron konsentrasi 0,1% (P4), dan aplikasi insektisida klorantraniliprol konsentrasi 0,15% (P5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berbagai jenis insektisida memberikan pengaruh terhadap kelimpahan populasi artropoda dengan nilai keragaman artropoda termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi. Aplikasi insektisida sintetis lebih unggul dibandingkan insektisida botani dalam mengurangi kehilangan hasil tanaman.

Kata Kunci : *artropoda, kedelai edamame, insektisida daun sirsak, IGR diflubenzuron.*

**PENGUJIAN IGR DIFLUBENZURON DAN INSEKTISIDA BOTANI
EKSTRAK DAUN SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP
KERAGAMAN ARTROPODA DAN HASIL TANAMAN KACANG
KEDELAI EDAMAME (*Glycine max* L. Merr)**

Oleh

Olivia Cindowarni

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PERTANIAN

Pada

Program Studi Magister Agronomi
Universitas Lampung



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Tesis

: **PENGUJIAN IGR DIFLUBENZURON DAN INSEKTISIDA BOTANI EKSTRAK DAUN SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP KERAGAMAN ARTROPODA DAN HASIL TANAMAN KACANG KEDELAI EDAMAME (*Glycine max* L. Merr)**

Nama Mahasiswa

: **Olivia Cindowarni**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1924011008

Program Studi

: Magister Agronomi

Fakultas

: Pertanian




Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.
NIP 195808281983032003


Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.
NIP 196101011985031003

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi


Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 196108031986032002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.**



Anggota Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.**



Penguji I

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.**

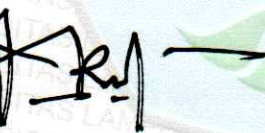


Penguji II

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002

Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.

NIP. 197104151998031005

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **19 April 2022**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul Pengujian IGR Diflubenzuron dan Insektisida Botani Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.) terhadap Keragaman Artropoda dan Hasil Tanaman Kacang Kedelai Edamame (*Glycine Max* L. Merr) adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut dengan plagiarisme.
2. Pembimbing penulis tesis ini berhak mempublikasikan seluruh isi tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hal intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 11 Mei 2022
Penulis



Olivia Cindowarni
NPM 1924011008

LEMBAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 15 Agustus 1996. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Suarno Syirod dan Ibu Emma Rulyani.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal di TK Trisula Bandar Lampung pada tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Rawa Laut pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Penulis melanjutkan studi di Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi Strata 1 (S1) Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2014 dan diselesaikan pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan studi di Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Keluarga tercinta yang telah memberikan seluruh kasih sayang, doa, semangat, nasihat, perhatian, dan dukungan sampai saat ini. Sebagai tanda terima kasihku atas segala doa yang selalu mengiringi langkahku untuk meraih cita-cita dan semua pengorbanan yang diberikan kepada diriku selama ini.

Dosen Pembimbing dan Penguji,
Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur selalu penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis dengan judul “PENGUJIAN IGR DIFLUBENZURON DAN INSEKTISIDA BOTANI EKSTRAK DAUN SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP KERAGAMAN ARTROPODA DAN HASIL TANAMAN KACANG KEDELAI EDAMAME (*Glycine max* L. Merr)” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pertanian dari Universitas Lampung. Selama penyusunan dan penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik dan selaku ketua Program Studi Magister Agronomi atas saran dan pengarahan kepada penulis selama berada di Pascasarjana Universitas Lampung;
5. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc., selaku pembimbing pertama atas ide penelitian, bimbingan, motivasi, saran, serta kesabaran dalam memberikan bimbingannya kepada penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan;
6. Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc., selaku pembimbing kedua atas saran, motivasi dan bimbingannya serta nasihat-nasihatnya dalam penyelesaian tesis.
7. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku penguji pertama yang telah memberikan kritik, saran, dan nasihat dalam penyelesaian tesis ini;

8. Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku penguji kedua yang telah memberikan kritik, saran, dan nasihat dalam penyelesaian tesis ini;
9. Dr. Dulbari, S.P., M.Si. dan pegawai lainnya yang telah memfasilitasi penulis melaksanakan penelitian di Lahan percobaan Politeknik Negeri Lampung.
10. Kedua orang tua, babam, kiyay dan adikku tersayang atas doa, kasih sayang, motivasi serta dukungannya selama ini;
11. Seluruh sahabat-sahabatku tersayang Nova, Nisfu, Nikita, Nelly, Afni, Maulindra, Lia, Nia, Sari, serta seluruh teman-teman Program Studi Magister Agronomi 2019, Chatya, Desty, Lily, Rini, Novika, Husna, Restu, Amirah, Alkadrin, dan Dian atas kebersamaan, persahabatan, saran, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama penyelesaian tesis.

Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu, semoga Allah membalas semua amal baik yang diberikan. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca, serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 11 Mei 2022

Penulis

Olivia Cindowarni

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
I.PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4.Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1.Kedelai Edamame.....	6
2.2.Artropoda Tanaman Edamame.....	9
2.3.Karakter Agronomi dan Pertumbuhan Tanaman Edamame.....	11
2.4.Insektisida Botani (Ekstrak Daun Sirsak).....	11
2.5.Insektisida IGR Diflubenzuron.....	13
III.BAHAN DAN METODE.....	15
3.1.Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
3.2.Metode Penelitian.....	15
3.3.Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.3.1. Persiapan Lahan.....	16
3.3.2. Penanaman.....	16
3.3.3. Perawatan.....	17
3.3.4. Penyiapan Insektisida.....	17
3.3.5. Pengaplikasian Insektisida.....	18
3.3.6. Pengambilan Sampel Artropoda.....	18
3.3.7. Panen.....	21
3.4.Variabel Pengamatan.....	21
3.4.1. Pengamatan Artropoda Tanaman Kedelai.....	21
3.4.2. Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1.Hasil Penelitian.....	25

4.1.1. Keragaman Artropoda.....	27
4.1.2. Kelimpahan Artropoda.....	31
4.1.3. Pertumbuhan Tanaman.....	37
4.1.3.1. Tinggi Tanaman.....	38
4.1.3.2. Laju Fotosintesis.....	38
4.1.3.3. Bobot Segar Daun.....	39
4.1.3.4. Bobot Kering Daun.....	40
4.1.3.5. Bobot Segar Batang.....	40
4.1.3.6. Bobot Kering Batang.....	41
4.1.3.7. Bobot Segar Akar.....	42
4.1.3.8. Bobot Kering Daun.....	42
4.1.4. Produksi.....	43
4.1.4.1. Jumlah Polong.....	43
4.1.4.2. Bobot Polong.....	44
4.2 . Pembahasan.....	45
4.2.1. Keragaman dan Kelimpahan Artropoda.....	45
4.2.2. Pertumbuhan, Laju Fotosintesis, dan Hasil.....	49
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Simpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	60
Tabel 18-165	61
Gambar 7-25.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kondisi Mikroklimat di kebun penelitian.....	25
2. Jumlah ordo, family, genus, dan individu artropoda berdasarkan fungsi yang ditemukan di tiga fase pertumbuhan kedelai edamame....	26
3. Daftar genus artropoda fungsi yang ditemukan di lahan kedelai edamame.....	27
4. Keragaman artropoda di ketiga fase pertumbuhan tanaman kedelai edamame pada tiga metode pengambilan sampel.....	28
5. Kelimpahan artropoda pada tanaman kedelai edamame fase vegetatif (V3).....	32
6. Kelimpahan artropoda pada tanaman kedelai edamame fase berbunga & pembentukan polong (R3).....	34
7. Kelimpahan artropoda pada tanaman kedelai edamame fase pertumbuhan polong & biji (R5).....	36
8. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap tinggi tanaman (cm) kedelai edamame.....	38
9. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap laju fotosintesis (unit $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) pada fase vegetatif (V3).....	39
10. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot segar daun (gram) kedelai edamame.....	39
11. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot kering daun (gram) kedelai edamame.....	40
12. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot segar batang (gram) kedelai edamame.....	41
13. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot kering batang (gram) kedelai edamame.....	41
14. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot segar akar (gram) kedelai edamame.....	42
15. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot kering akar (gram) kedelai edamame.....	43
16. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap jumlah polong (butir) pada fase generatif	44
17. Hasil analisis kontras ortogonal antara perlakuan terhadap bobot polong (gram) kedelai edamame.....	44

18.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode visual.....	61
19.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode visual.....	61
20.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode visual.....	61
21.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode visual.....	61
22.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode visual.....	61
23.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode visual.....	61
24.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode <i>yellow trap</i>	62
25.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode <i>yellow trap</i>	62
26.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode <i>yellow trap</i>	62
27.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode <i>yellow trap</i>	62
28.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode <i>yellow trap</i>	62
29.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode <i>yellow trap</i>	62
30.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode <i>pitfall trap</i>	63
31.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode <i>pitfall trap</i>	63
32.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode <i>pitfall trap</i>	63
33.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode <i>pitfall trap</i>	63
34.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode <i>pitfall trap</i>	63
35.	Keragaman artropoda pada fase vegetatif (V3) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode <i>pitfall trap</i>	63
36.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode visual.....	64
37.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode visual.....	64
38.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode visual.....	64
39.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode visual.....	64

40.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode visual.....	64
41.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode visual.....	64
42.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode <i>yellow trap</i>	65
43.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode <i>yellow trap</i>	65
44.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode <i>yellow trap</i>	65
45.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode <i>yellow trap</i>	65
46.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode <i>yellow trap</i>	65
47.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode <i>yellow trap</i>	65
48.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode <i>pitfall trap</i>	66
49.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode <i>pitfall trap</i>	66
50.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode <i>pitfall trap</i>	66
51.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode <i>pitfall trap</i>	66
52.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode <i>pitfall trap</i>	66
53.	Keragaman artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode <i>pitfall trap</i>	66
54.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode visual.....	67
55.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode visual.....	67

56.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode visual.....	67
57.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode visual.....	67
58.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode visual.....	67
59.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode visual.....	67
60.	Keragaman artropoda pada fase polong & biji (R5) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode <i>yellow trap</i>	68
61.	Keragaman artropoda pada fase polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode <i>yellow trap</i>	68
62.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode <i>yellow trap</i>	68
63.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode <i>yellow trap</i>	68
64.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode <i>yellow trap</i>	68
65.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode <i>yellow trap</i>	68
66.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan tanpa insektisida (P0) dan metode <i>pitfall trap</i>	69
67.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 1% (P1) dan metode <i>pitfall trap</i>	69
68.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida ekstrak daun sirsak 2% (P2) dan metode <i>pitfall trap</i>	69
69.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P3) dan metode <i>pitfall trap</i>	69
70.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan IGR Diflubenzuron 0,05% (P4) dan metode <i>pitfall trap</i>	69
71.	Keragaman artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan perlakuan insektisida rekomendasi (P5) dan metode <i>pitfall trap</i>	69
72.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase vegetatif (V3) dengan metode visual.....	70

73.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase vegetatif (V3) dengan metode <i>yellow trap</i>	70
74.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase vegetatif (V3) dengan metode <i>pitfall trap</i>	70
75.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan metode visual.....	70
76.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan metode <i>yellow trap</i>	71
77.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) dengan metode <i>pitfall trap</i>	71
78.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan metode visual.....	71
79.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan metode <i>yellow trap</i>	71
80.	Data jumlah individu berdasarkan fungsi ekologi pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan metode <i>pitfall trap</i>	72
81.	Data kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode visual.....	72
82.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode visual	72
83.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode visual.....	72
84.	Data kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode <i>yellow trap</i>	73
85.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode <i>yellow trap</i>	73
86.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode <i>yellow trap</i>	73
87.	Data kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode <i>pitfall trap</i>	73
88.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode <i>pitfall trap</i>	73
89.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase vegetatif (V3) metode <i>pitfall trap</i>	74
90.	Data kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode visual.....	74
91.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode visual.....	74
92.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode visual.....	74
93.	Data kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode <i>yellow trap</i>	75
94.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode <i>yellow trap</i>	75
95.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode <i>yellow trap</i>	75

96.	Data kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode <i>pitfall trap</i>	75
97.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode <i>pitfall trap</i>	76
98.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase berbunga & pembentukan polong (R3) metode <i>pitfall trap</i>	76
99.	Data kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode visual.....	76
100.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode visual.....	76
101.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode visual.....	76
102.	Data kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode <i>yellow trap</i>	77
103.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode <i>yellow trap</i>	77
104.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode <i>yellow trap</i>	77
105.	Data kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode <i>pitfall trap</i>	77
106.	Analisis sidik ragam kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode <i>pitfall trap</i>	78
107.	Uji BNT kelimpahan artropoda pada fase pertumbuhan polong & biji (R5) metode <i>pitfall trap</i>	78
108.	Data laju fotosintesis pada pagi hari.....	78
109.	Analisis sidik ragam laju fotosintesis pada pagi hari.....	78
110.	Uji kontras ortogonal laju fotosintesis pada pagi hari.....	78
111.	Data laju fotosintesis pada siang hari.....	79
112.	Analisis sidik ragam laju fotosintesis pada siang hari.....	79
113.	Uji kontras ortogonal laju fotosintesis pada siang hari.....	79
114.	Data tinggi tanaman pada fase vegetatif.....	79
115.	Analisis sidik ragam tinggi tanaman pada fase vegetatif.....	79
116.	Uji kontras ortogonal tinggi tanaman pada fase vegetatif.....	80
117.	Data tinggi tanaman pada fase generatif.....	80
118.	Analisis sidik ragam tinggi tanaman pada fase generatif.....	80
119.	Uji kontras ortogonal tinggi tanaman pada fase generatif.....	80
120.	Data bobot segar daun pada fase vegetatif.....	80
121.	Analisis sidik ragam bobot segar daun pada fase vegetatif.....	81
122.	Uji kontras ortogonal bobot segar daun pada fase vegetatif.....	81
123.	Data bobot segar daun pada fase generatif.....	81
124.	Analisis sidik ragam bobot segar daun pada fase generatif.....	81
125.	Uji kontras ortogonal bobot segar daun pada fase generatif.....	81
126.	Data bobot kering daun pada fase vegetatif.....	82
127.	Analisis sidik ragam bobot kering daun pada fase vegetatif.....	82
128.	Uji kontras ortogonal bobot kering daun pada fase vegetatif.....	82
129.	Data bobot kering daun pada fase generatif.....	82
130.	Analisis sidik ragam bobot kering daun pada fase generatif.....	82
131.	Uji kontras ortogonal bobot kering daun pada fase generatif.....	83

132. Data bobot segar batang pada fase vegetatif.....	83
133. Analisis sidik ragam bobot segar batang pada fase vegetatif.....	83
134. Uji kontras ortogonal bobot segar batang pada fase vegetatif.....	83
135. Data bobot segar batang pada fase generatif.....	83
136. Analisis sidik ragam bobot segar batang pada fase generatif.....	84
137. Uji kontras ortogonal bobot segar batang pada fase generatif.....	84
138. Data bobot kering batang pada fase vegetatif.....	84
139. Analisis sidik ragam bobot kering batang pada fase vegetatif.....	84
140. Uji kontras ortogonal bobot kering batang pada fase vegetatif.....	84
141. Data bobot kering batang pada fase generatif.....	85
142. Analisis sidik ragam bobot kering batang pada fase generatif.....	85
143. Uji kontras ortogonal bobot kering batang pada fase generatif.....	85
144. Data bobot segar akar pada fase vegetatif.....	85
145. Analisis sidik ragam bobot segar akar pada fase vegetatif.....	85
146. Uji kontras ortogonal bobot segar akar pada fase vegetatif.....	86
147. Data bobot segar akar pada fase generatif.....	86
148. Analisis sidik ragam bobot segar akar pada fase generatif.....	86
149. Uji kontras ortogonal bobot segar akar pada fase generatif.....	86
150. Data bobot kering akar pada fase vegetatif.....	86
151. Analisis sidik ragam bobot kering akar pada fase vegetatif.....	87
152. Uji kontras ortogonal bobot kering akar pada fase vegetatif.....	87
153. Data bobot kering akar pada fase generatif.....	87
154. Analisis sidik ragam bobot kering akar pada fase generatif.....	87
155. Uji kontras ortogonal bobot kering akar pada fase generatif.....	87
156. Data jumlah polong kedelai edamame.....	88
157. Analisis sidik ragam jumlah polong kedelai edamame.....	88
158. Uji kontras ortogonal jumlah polong kedelai edamame.....	88
159. Data bobot segar polong kedelai edamame.....	88
160. Analisis sidik ragam bobot segar polong kedelai edamame.....	89
161. Uji kontras ortogonal bobot segar polong kedelai edamame.....	89
162. Data bobot kering polong kedelai edamame.....	89
163. Analisis sidik ragam bobot kering polong kedelai edamame.....	89
164. Uji kontras ortogonal bobot kering polong kedelai edamame.....	89
165. Spesies artropoda yang ditemukan pada tanaman kedelai edamame... 90	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Struktur kimia diflubenzuron.....	14
2.	Tata letak percobaan aplikasi insektisida di lahan pertanian kedelai edamame.....	16
3.	Denah pengambilan sampel serangga pada petak pengamatan pertanian kacang kedelai edamame: ● sampel tanaman, ▲ pengambilan langsung, □ <i>yellow trap</i> , dan ▣ <i>pitfall trap</i>	19
4.	Kelimpahan artropoda pada tanaman kedelai edamame fase vegetatif (V3).....	33
5.	Kelimpahan artropoda pada tanaman kedelai edamame fase berbunga & pembentukan polong (R3).....	35
6.	Kelimpahan artropoda pada tanaman kedelai edamame fase pertumbuhan polong & biji (R5).....	37
7.	Hasil pengamatan artropoda hama tanaman kedelai edamame.....	95
8.	Hasil pengamatan artropoda musuh alami tanaman kedelai edamame...	98
9.	Hasil pengamatan artropoda polinator tanaman kedelai edamame.....	98
10.	Hasil pengamatan artropoda detritivor tanaman kedelai edamame.....	99
11.	Proses ekstraksi daun sirsak digunakan sebagai insektisida botani.....	99
12.	Benih edamame yang digunakan produksi Polinela.....	100
13.	Pembibitan tanaman edamame menggunakan <i>pot tray</i>	100
14.	Pemupukan dasar menggunakan pupuk bokashi.....	100
15.	Persiapan lahan tanaman kedelai edamame.....	100
16.	Pengukuran tinggi tanaman kedelai edamame.....	101
17.	Tanaman kedelai edamame fase vegetatif.....	101
18.	Pengukuran laju fotosintesis dengan alat LICOR 6800.....	101
19.	Tanaman kedelai edamame fase generatif.....	102
20.	Tanaman kedelai edamame siap panen.....	102
21.	Proses penyiraman tanaman menggunakan alat sprinkler.....	102
22.	Penimbangan bobot basah tanaman kedelai edamame.....	102
23.	Hama yang menyerang tanaman kedelai edamame.....	103
24.	Serangan predator (laba-laba) terhadap hama (kepik coklat).....	103
25.	Perangkap <i>pitfall</i> yang diletakkan di antara tanaman.....	103
26.	Perangkap <i>yellow</i> yang diletakkan di antara tanaman.....	103

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai edamame merupakan jenis tanaman yang termasuk ke dalam kategori sayuran (*green soybean vegetable*). Kedelai edamame merupakan produk hortikultura yang semakin diminati. Kedelai edamame memiliki berbagai khasiat untuk kesehatan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Kedelai edamame dapat dibekukan dengan teknologi pengawetan beku sehingga dapat dikonsumsi setiap saat tanpa tergantung musim (Adisarwanto & Wudianto, 2008). Oleh karena itu, edamame sebagai komoditas hortikultura yang cukup potensial dikembangkan dalam aktivitas agroindustri internasional.

Kedelai edamame mulai dikembangkan di Kabupaten Jember pada tahun 1992. Produk kedelai edamame mulai dipasarkan dalam bentuk segar beku dan diekspor ke negara Jepang pada tahun 1995 (Soewanto *et. al.*, 2007). Perkembangan ekspor edamame beku di Indonesia pada tahun 2010-2013 mengalami fluktuasi. Ekspor edamame tahun 2010 dan 2011 sebesar 3.225 ton dan 3.977 ton, pada tahun 2012 mengalami penurunan menjadi 2.896 ton, namun pada tahun 2013 mengalami peningkatan kembali menjadi 3.577 ton (PT MT 27 Jember, 2013). Ekspor edamame beku tidak stabil tiap tahunnya, sehingga edamame yang dihasilkan belum mampu memenuhi permintaan konsumen.

Ketidakstabilan hasil produksi edamame disebabkan oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produksi yaitu karena serangan hama utama mulai dari pemakan/perusak daun hingga penggerek polong kedelai. Hama penggerek polong kedelai adalah *E. zinckenella* yang dapat menyebabkan kerusakan polong hingga mencapai 80% (Baliadi *et. al.*, 2008). Selain *E. zinckenella*, kerusakan polong akibat hama lainnya adalah *Riptortus linearis*.

R. linearis mampu menurunkan kualitas polong, baik berlubang maupun pecah hingga 79% (Prayogo & Suharsono, 2005). Hal ini didukung oleh Ramadhanti (2016), yang menyatakan bahwa kerusakan polong varietas Argomulyo sebesar 90% akibat serangan dari *R. linearis*. Dengan demikian diperlukan cara yang tepat dalam pembudidayaan dan pengendalian tanaman untuk menekan kehilangan hasil dan menjaga kualitas produk.

Pengendalian secara tepat dapat diinisiasi dengan meningkatnya keanekaragaman (biodiversitas) lahan. Biodiversitas merupakan semua jenis tanaman, hewan dan mikroorganisme yang berinteraksi dalam suatu ekosistem hal ini sangat menentukan kualitas lingkungan suatu komunitas dalam sistem pertanian (Purwanti & Nizar, 2018). Suatu ekosistem pertanian, memiliki anggota spesies terbesar yaitu artropoda. Artropoda memiliki banyak peranan dalam proses kehidupan karena sebagai mata rantai penting dalam jaring-jaring makanan terutama di ekosistem darat. Peran artropoda sebagai karnivora sangat penting dalam ekosistem pertanian, yang mencakup parasitoid dan predator (Luice & Polakitan, 2010). Pemanfaatan berbagai parasitoid dan predator dapat lebih efektif dengan menghindari penggunaan insektisida berspektrum luas. Oleh karena itu, penggunaan insektisida yang boleh dilakukan adalah insektisida yang mudah terurai (*degradable*) dan berspektrum sempit (*narrow spectrum*) (Sudarsono, 2015).

Salah satu insektisida yang dianggap lebih ramah lingkungan adalah golongan insektisida yang bekerja sebagai zat pengatur pertumbuhan serangga (*insect growth regulator* = IGR). Insektisida IGR merupakan salah satu jenis insektisida yang bekerja sangat spesifik terhadap hama sasaran, sehingga aman untuk serangga non-target (Hasibuan, 2012). Insektisida IGR berbahan aktif diflubenzuron bekerja sebagai penghambat sintesis kitin dalam proses pergantian kulit serangga (*molting*). Selain insektisida IGR, terdapat juga insektisida botani yang dapat dimanfaatkan dalam program PHT. Salah satu insektisida botani yang menyebabkan nafsu makan serangga menurun berasal dari daun sirsak (*Annona muricata*). Menurut Septerina (2002), daun *A. muricata* mengandung senyawa

yang bersifat antifeedant (menolak makan) bagi serangga. Maka, diperlukan penelitian mengenai pengaruh insektisida IGR sintetis (bahan aktif diflubenzuron 25%) dan insektisida botani (ekstrak daun sirsak) untuk mengetahui keanekaragaman artropoda dan karakter agronomi pertumbuhan tanaman kedelai edamame.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui keragaman dan kelimpahan artropoda akibat perlakuan insektisida IGR sintetis diflubenzuron dan insektisida botani (ekstrak daun sirsak).
2. Mengetahui pertumbuhan dan hasil produksi kedelai edamame akibat perlakuan insektisida IGR sintetis diflubenzuron dan insektisida botani (ekstrak daun sirsak).

1.3. Kerangka Pemikiran

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang perlu dikonservasi. Target utama konservasi yang merujuk pada hirarki biospatial ini adalah ekosistem, karena dalam kondisi yang ideal, perlindungan ekosistem akan turut menjaga komunitas, habitat, jenis, dan gen. Salah satu teknik konservasi yang dapat dilakukan untuk mencegah erosi keanekaragaman hayati adalah agroekosistem (Khrishnamurti, 1997). Semakin beraneka ragam jenis yang hidup di dalam suatu ekosistem, semakin beraneka pula jenis artropoda di lingkungan dan semakin banyak relung kehidupan yang tersedia. Menurut Hendrival *et al.* (2017), keanekaragaman predator tanaman padi meningkat dengan bertambahnya ukuran dan bentuk tanaman yang menyebabkan semakin banyak relung kehidupan artropoda hama dapat menempati tanaman dan akan menyediakan artropoda predator.

Ekosistem pertanian (agroekosistem) dibuat karena terdapat pemanfaatan beberapa jenis artropoda dalam suatu ekosistem, bertujuan untuk mendapatkan produk pertanian yang maksimal. Di dalam suatu agroekosistem terdapat berbagai jenis artropoda, tidak semua jenis dari artropoda sebagai hama, namun dapat

berperan juga sebagai musuh alami (predator & parasitoid), detritivora maupun serangga penyerbuk (Nelly, 2012). Serangga artropoda yang berasosiasi dengan tanaman kedelai di Indonesia tercatat 226 spesies, yang terdiri dari 111 spesies artropoda hama, 53 spesies bukan artropoda, 61 spesies predator, dan 41 spesies parasitoid (Okada *et al.*, 1988). Artropoda hama atau sering disebut organisme pengganggu tanaman (OPT) dapat menyebabkan tanaman rusak dan mengalami kerugian secara ekonomi pada hasil tanaman kedelai edamame. Selain itu, akan berdampak pada fisiologi tanaman, apabila daun terserang OPT akan mengalami hambatan pada laju fotosintesis. Oleh sebab itu, dibutuhkan pengendalian secara selektif agar dapat mengurangi dampak negatif bagi tanaman.

Analisis agroekosistem merupakan salah satu aspek penting dalam program pengendalian hama terpadu (PHT). PHT merupakan suatu teknologi pengendalian hama yang memanfaatkan berbagai cabang ilmu dalam satu ramuan yang serasi untuk memperkuat yang lain (Oka, 1995). Pada konsep PHT, penggunaan insektisida telah memberikan kontribusi cukup tinggi bagi peningkatan produksi tanaman, namun dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti munculnya resistensi dan resurgensi beberapa jenis hama, residu pada tanaman, dan matinya organisme bukan sasaran termasuk musuh alami. Penggunaan insektisida secara intensif dapat menyebabkan menguatnya persaingan antara artropoda hama dan artropoda lainnya, tetapi tidak mempengaruhi hubungan trofi antara hama dan musuh alami. Berdasarkan hasil penelitian Fitriani (2016), aplikasi insektisida sintetik mampu menyebabkan turunnya jumlah populasi artropoda, dengan indeks keragaman berkisar 1-3 (tergolong sedang). Keanekaragaman artropoda akan cenderung rendah dalam ekosistem yang secara fisik terkendali (sasaran faktor pembatas fisik dan kimia yang kuat) dan tinggi dalam ekosistem yang diatur secara biologi.

Insect Growth Regulator (IGR) merupakan insektisida bersifat selektif dan mengandung senyawa kimia yang toksik hanya terhadap serangga hama sasaran dan juga bersifat mudah terurai, sehingga tidak mencemari lingkungan. Insektisida IGR memiliki toksisitas rendah terhadap mamalia dan termasuk

insektisida spesifik terhadap suatu spesies (Pramudi & Rosa, 2012). Keuntungan dari penggunaan IGR diflubenzuron yaitu memiliki daya racun relatif tidak toksik terhadap mamalia yang dapat dibuktikan dari nilai LD₅₀ oral > 5000 mg/kg dan LD₅₀ dermal > 20000 mg/kg, tidak beracun terhadap ikan, alga, cacing tanah, burung, dan selektivitas tinggi terhadap organisme sasaran (Alfiah & Setiyaningsih, 2012). Bahan kimia dari diflubenzuron itu sendiri sangat khusus untuk serangga tertentu, sehingga aman untuk musuh alami dan serangga yang bermanfaat lainnya (Beyond, 2003).

Selain itu, insektisida botani yang berasal dari tanaman ialah sirsak, seperti bagian daun dan bijinya mampu mengendalikan berbagai jenis hama (Darmuji, 2015). Berdasarkan hasil penelitian Ambarningrum *et al.* (2012) ekstrak daun sirsak konsentrasi 2,5% memiliki aktivitas penghambat makan larva *Spodoptera litura* instar lima. Penurunan konsumsi makan larva uji diduga karena kandungan senyawa acetogenin yang terdapat dalam ekstrak daun sirsak. Hal ini juga didukung oleh Sari *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa daun sirsak dapat memberikan daya penghambat makan bagi rayap (*Coptotermes curvignathus*), sehingga mempengaruhi aktivitas makannya. Menurut Desiyanti *et al.* (2016), ekstrak daun sirsak dapat bersifat toksik terhadap kutu daun persik (*Myzus persicae*) dengan nilai LC₅₀ sebesar 100 ppm. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh insektisida IGR diflubenzuron dan insektisida ekstrak daun sirsak terhadap keragaman artropoda dan hasil tanaman kedelai edamame.

1.4. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan keragaman dan kelimpahan artropoda pertanaman kedelai edamame akibat perlakuan insektisida IGR sintetis diflubenzuron dan insektisida botani (ekstrak daun sirsak).
2. Terdapat perbedaan pertumbuhan dan hasil produksi kedelai edamame akibat perlakuan insektisida IGR sintetis diflubenzuron dan insektisida botani (ekstrak daun sirsak).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kedelai Edamame

Kedelai edamame (*Glycine max*) berasal dari Cina yang dikenal dengan sebutan mao dou (*Hairy bean*). Kata Edamame berasal dari bahasa Jepang yaitu *eda* berarti cabang dan *mame* berarti kacang, sehingga diartikan sebagai buah yang tumbuh di bawah cabang (*Branched bean*). Edamame mulai dibudidayakan di Indonesia pada abad ke-17 sebagai tanaman pangan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman di Indonesia berasal dari daerah Manshukuo yang kemudian menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang (Asia Timur) dan negara-negara lain di Amerika dan Afrika (AAK, 1989).

Menurut Samsu (2001), klasifikasi tanaman kedelai edamame sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Dicotyledoneae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub-famili	: Papilionoideae
Genus	: <i>Glycine</i>
Sub-genus	: Soja
Spesies	: <i>Glycine max</i>

Kedelai edamame dapat tumbuh baik pada tanah-tanah aluvial, Regosol, grumosol, latosol, dan andosol. Keasaman tanah (pH) yang cocok untuk berkisar antara 5,8-7,0 mampu tumbuh pada wilayah tropis maupun subtropis (Samsu, 2001). Maka, edamame sangat cocok ditanam di Indonesia yang beriklim tropis. Beberapa kultivar tanaman edamame yang pernah dikembangkan di Indonesia, yaitu *Ocumani*, *Tsuronoko*, *Tsurumidori*, *Taiso*, dan *Ryokkoh*. Kultivar edamame yang pernah ditanam di Indonesia tersebut mempunyai bobot biji yang relatif sangat besar (Pitojo, 2003).

Kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30°C, bila tumbuh pada suhu yang lebih rendah (< 15° C). Suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai adalah 23-27°C (Adisarwanto, 2005). Menurut Syafrezani (2009), tanaman semusim adalah tanaman yang berkecambah, tumbuh, berbunga, menghasilkan biji, dan mati hanya dalam setahun atau bahkan kurang sedikit daripada setahun. Tanaman edamame termasuk dalam kategori tanaman semusim dengan bentuk semak rendah, tegak, dan berdaun lebat (Adisarwanto, 2005).

Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utama yaitu akar, daun, batang, bunga, polong dan biji sehingga pertumbuhan tanaman dapat optimal. Berikut penjelasan bagian-bagian penting dari tanaman kedelai edamame:

- Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Pertumbuhan akar tunggang dapat mencapai panjang sekitar 2 m atau lebih pada kondisi yang optimal (tanpa genangan) (Adisarwanto dan Wudianto, 2008).
- Kedelai memiliki batang semak dengan tinggi batang antara 30-100 cm. Ciri-ciri tanaman berbatang semak adalah memiliki banyak cabang dan tinggi yang lebih rendah, batang bertekstur lembut dan hijau, tumbuh cepat. Hipokotil setiap batang dapat membentuk 3-6 cabang (AAK, 1989).
- Daun kedelai ada dua bentuk, yaitu bulat (oval) dan lancip (*lanceolate*). Daun kedelai mempunyai bulu dengan warna cerah dan jumlah yang bervariasi. Daun pertama yang keluar dari buku sebelah atas kotiledon berupa daun tunggal berbentuk sederhana dan letaknya berseberangan (unifoliolat). Daun-daun yang terbentuk kemudian adalah daun-daun trifoliolat (daun bertiga) dan seterusnya (AAK, 1989).
- Bunga tanaman kedelai umumnya muncul atau tumbuh di ketiak daun. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-25 bunga, tergantung dengan kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi. Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu 3-5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik. Warna

bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu (AAK, 1989).

- Polong kedelai pertama kali muncul sekitar 10-14 hari masa pertumbuhan yakni setelah bunga pertama muncul. Pembentukan dan pembesaran polong akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur dan jumlah bunga yang terbentuk. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Masa panen edamame 99 hingga 120 hari. Waktu optimal untuk memanen edamame adalah saat polong masih hijau, belum matang, dan padat dengan biji hijau muda yang sudah berkembang penuh, biasanya pada pengisian polong 85%. Dilakukan pendinginan edamame selama 3 sampai 10 jam setelah panen, bertujuan untuk membantu menjaga kualitas (Born, 2006).

Pertumbuhan tanaman edamame pada dasarnya dimulai dari perkecambahan, perkembangan vegetatif, pembungaan, pembentukan polong dan pengisian Biji. Berdasarkan stadia pertumbuhan terdiri atas 2 yaitu stadia pertumbuhan vegetatif dan stadia pertumbuhan generatif, berikut penjelasannya:

- Stadia pertumbuhan vegetatif dicirikan dengan adanya kotiledon yang muncul dari tanah (VE), adanya daun unifoliolat yang berkembang tetapi daun tidak menyentuh (VC), daun terurai penuh pada buku unifoliolat (V1), daun bertiga yang terurai penuh pada buku di atas buku unifoliolat (V2), dan adanya tiga buah buku pada batang utama dengan daun terurai penuh dan terhitung mulai buku unifoliolat (V3) (Samsu, 2001).
- Stadia pertumbuhan generatif (reproduktif) dihitung sejak tanaman mulai memiliki bunga pertama yang terbuka pada batang utama (R1), bunga terbuka pada satu dari dua buku teratas pada batang utama dan daun terbuka penuh (R2), adanya polong sepanjang 5 mm pada salah satu di antara 4 buku teratas pada batang utama dan daun terbuka penuh (R3), polong sepanjang 2 cm pada salah satu dari 4 buku teratas pada batang utama dan daun terbuka penuh (R4), adanya biji sebesar 3 mm dalam polong pada salah satu 4 buku teratas dan daun terbuka penuh (R5), dan adanya polong berisi satu biji hijau yang

mengisi rongga polong pada salah satu dari 4 buku teratas pada batang utama dan daun terbuka penuh (R6) (Samsu, 2001).

2.2. Artropoda Tanaman Edamame

Artropoda berasal dari Bahasa Yunani yaitu *arthros* artinya sendi dan *podos* artinya kaki. Ciri-ciri umum dari artropoda yaitu mempunyai tubuh beruas, bilateral simetris, dan rangka luar dilapisi oleh zat kitin (Borror *et al.*, 1996). Artropoda merupakan filum terbesar dalam kingdom Animalia, dengan kelompok terbesar dalam filum tersebut adalah insecta (serangga). Artropoda terdiri atas 3 subfilum yaitu Trilobita, Chelicerata, dan Mandibulata. Sub filum Mandibulata terdiri atas 6 kelas, salah satunya adalah insecta (Hexapoda). Kelas Insecta terdiri atas subkelas Apterygota dan Pterygota. Sub kelas Apterygota terdiri atas 4 ordo, sedangkan sub kelas Pterygota terdiri atas 2 golongan. Pterygota terdiri atas golongan Exopterygota (metamorfosis sederhana) yang terdiri atas 15 ordo, dan golongan Endopterygota (metamorfosis sempurna) yang terdiri atas 3 ordo (Jumar, 2000). Ordo yang paling beragam spesiesnya adalah Coleoptera, mencapai 40% dari total spesies lainnya. Tingginya keanekaragaman spesies serangga berdampak karena tingginya variasi bentuk, ukuran, dan perilaku serangga (Susilo, 2007).

Berbagai spesies artropoda yang berada di agroekosistem pertanian memiliki peranan yang beragam yaitu sebagai herbivora, predator, parasitoid, detritivor dan dekomposer yang saling berinteraksi dan membentuk jaringan-jaringan makanan pada agroekosistem. Berikut pengertian dari peranan artropoda dalam agroekosistem:

- Herbivora merupakan artropoda yang masuk dalam golongan hama. Herbivora menyerang tanaman yang dibudidayakan dan merusak produksi saat disimpan.
- Predator merupakan artropoda yang memangsa serangga lainnya. Predator memangsa dengan cara mengunyah semua bagian tubuh mangsanya, atau menusuk dan menghisap cairan tubuh mangsanya.
- Parasitoid merupakan artropoda yang memarasit serangga lainnya. Parasitoid memarasit secara perlahan-lahan dengan menyedot energi dan memakan

selagi inangnya masih hidup dan membunuh atau melumpuhkan inangnya untuk kepentingan keturunannya.

- Detritivor merupakan artropoda pengurai yang memakan sisa-sisa bahan organik. Detritivor mengkonsumsi hewan atau tumbuhan yang telah mati dan membusuk (Kusuma *et. al.*, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian Tengkanu *et. al.* (2007), jenis serangga yang tergolong herbivora pada tanaman kedelai di daerah penyebaran Provinsi Lampung yaitu *Piezodorus hybneri*, *Riptortus linearis*, *Nezara viridula*, *Bemisia tabaci*, *Lamprosema indicata*, *Chrysodeixis chalcites*, *Ophiomyia phaseoli*, *Agromyzidae*, *Aphis glycines*, *Aphis craccivora*, *Spodoptera litura*, *Phaedonia inclusa*, *Helicoverpa armigera*, *Etiella sp.*, *Riptortus sp.*, dan *Plautia affinis*. Selain itu, artropoda musuh alami yang sering ditemukan dalam agroekosistem tanaman kedelai edamame yaitu famili Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae, Mantidae, Oxyopidae (berperan sebagai predator), famili Braconidae, dan Ichneumonidae (berperan sebagai predator dan parasitoid) (Radiyahanto, *et al.*, 2010). Berdasarkan hasil penelitian Pasaribu (2016) terdapat keanekaragaman parasitoid pada tanaman kedelai edamame yaitu terdiri dari famili Aphelinidae, Braconidae, Ceraphronidae, Chalcididae, Diapriidae, Elasmidae, Encyrtidae, Eucoilidae, Eulophidae, Eurytomidae, Ichneumonidae, Mymaridae, Platygastriidae, Pteromalidae, Scelionidae, Phoridae, Sarcophagidae, dan Trichogrammatidae.

Keberadaan jenis dan kelimpahan populasi dari suatu mangsa atau hama dapat menarik datangnya musuh alami dan diikuti oleh meningkatnya kemampuan musuh alami untuk menyerang. Faktor-faktor yang dapat menentukan berdinamikanya populasi, yaitu kelahiran, migrasi (imigrasi dan emigrasi), siklus hidup, lama hidup, dan kematian. Salah satu faktor kematian terpenting adalah musuh alami (Susilo, 2007). Keragaman hama di ekosistem yang berbeda memungkinkan tersedianya musuh alami yang beragam, selain itu dampak atau pengaruh dari tingkat keanekaragaman artropoda juga sangat penting. Keragaman

artropoda juga memiliki pengaruh atau dampak terhadap kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan (Magurran, 2004).

2.3. Karakter Agronomi dan Pertumbuhan Tanaman Edamame

Karakter agronomi dilakukan berdasarkan biomassa tanaman. Biomassa tanaman adalah jumlah total tanaman hidup pada suatu waktu dan luasan tertentu. Biomassa dapat diartikan sebagai biomassa berat segar dan biomassa berat kering. Biomassa tanaman pada umumnya dapat diukur secara manual yaitu dengan cara menimbang setelah proses pemanenan. Proses pemanenan meliputi pemotongan batang, pemisahan polong edamame pada batang, dan penyimpanan tanaman edamame dan polong edamame. Akumulasi biomassa berat kering merupakan pertumbuhan tanaman dan hasil langsung dari keseimbangan fotosintesis (Gardner *et al.*, 1991).

Fotosintesis merupakan suatu proses biokimia pembentukan zat makanan karbohidrat yang dilakukan oleh tumbuhan, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau atau klorofil. Laju fotosintesis daun akan meningkat dengan bertambahnya luas daun, hingga mencapai maksimum untuk beberapa lama yang tergantung pada genotipe dan posisi daun, yang pada akhirnya akan menurun kembali. Proses penurunan ini terjadi karena kehilangan kapasitas fotosintesis, selain penurunan konduktansi stomata terhadap air dan udara. Menurut Rahma (2014), adanya peningkatan biomassa dikarenakan tanaman menyerap air dan hara lebih banyak, unsur hara memacu perkembangan organ pada tanaman seperti akar, sehingga tanaman dapat menyerap hara dan air lebih banyak selanjutnya aktivitas fotosintesis akan meningkat dan mempengaruhi peningkatan berat segar dan berat kering tanaman.

2.4. Insektisida Botani (Ekstrak Daun Sirsak)

Penggunaan insektisida botani di bidang pertanian diketahui dari Cina, Mesir, Yunani, dan India dan baru-baru di Eropa dan Amerika Utara. Pada tahun 1990-an, terdapat minat baru pada insektisida botani karena kekhawatiran masyarakat tentang maraknya penggunaan insektisida sintetis dan berdampak terhadap

kesehatan dan lingkungan (Roy *et. al.*, 2016). Menurut Haryono (2012), insektisida botani bersifat mudah terdegradasi di alam, sehingga tidak menyebabkan residu pada tanaman dan lingkungan sekitar. Insektisida ini juga memiliki sifat tidak mematikan hama tapi hanya memberi efek pada telur, serta menurunkan nafsu makan dan masa kawin hama. Selain itu, bahan-bahan yang digunakan mudah didapat dan relatif murah. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan insektisida ini juga bersifat racun, sebaiknya tidak digunakan secara terus-menerus (Darmuji, 2015). Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida botani yaitu tanaman sirsak.

Sirsak (*Annona muricata* L.) merupakan salah satu jenis tanaman dari famili *Annonaceae* yang banyak tumbuh di pekarangan rumah dan di ladang-ladang. Tanaman ini tidak memerlukan kondisi air dan tanah yang khusus, tetapi tumbuh subur pada tempat-tempat yang jelas pemisahan antara musim hujan dan musim kemarau dan pada umumnya lebih menyukai daerah kering untuk tumbuh. Ciri morfologi tanaman berakar tunggang, berkayu keras, dengan pertumbuhan tegak lurus ke atas (*erectus*) hingga mencapai ketinggian berkisar 8 meter (Haryono, 2012). Daunnya berbentuk bulat seperti telur terbalik berukuran (8-16) cm x (3-7) cm, berwarna hijau muda hingga hijau tua, ujung daunnya meruncing pendek, panjang tangkai daunnya 3-7 mm, dan permukaan daun mengkilap (Sunarjono, 2005). Daun sirsak mengandung senyawa acetogenin yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman (Septerina, 2002). Menurut Kardinan (2005), hama yang terpapar senyawa acetogenin akan menghambat aktivitas makan hama (*antifeedant*), sehingga tidak ingin menghisap bagian tanaman yang disukainya lagi.

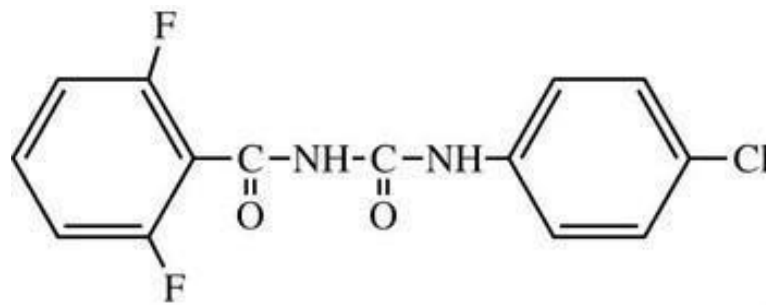
Menurut Mardiana & Ratnasari (2011), daun sirsak mengandung beberapa kandungan kimia yang terdiri atas minyak atsiri, alkaloida, glikosida, flavonoida, saponin, dan tanin yang dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida botani. Daun sirsak dapat berperan sebagai insektisida (penghambat daya makan dan sebagai penolak) dengan cara kerja sebagai racun kontak dan racun perut (Haryono, 2012). Racun kontak adalah kandungan insektisida yang

masuk ke dalam tubuh serangga lewat kulit (kutikula) yang bersinggungan secara langsung dan disalurkan ke bagian organ tubuh serangga, dan racun perut (racun lambung) adalah kandungan insektisida yang membunuh serangga sasaran apabila kandungan tersebut termakan serta masuk ke dalam organ pencernaan serangga yang diserap oleh dinding saluran pencernaan (Sudarsono, 2015).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa ekstrak daun *A. muricata* dapat dijadikan alternatif untuk mengendalikan beberapa serangga hama. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Lebang *et. al.* (2016), ekstrak daun *A. muricata* dapat menurunkan nafsu makan hama imago walang sangit (*Leptocorisa acuta*) sehingga menyebabkan kematian. Hal ini juga didukung oleh Tenrirawe (2001) bahwa ekstrak daun *A. muricata* efektif dalam mengendalikan larva *Helicoverpa armigera* instar III dengan LC₅₀ sebesar 26,30%. Selain itu, ekstrak daun *A. muricata* pada konsentrasi 26,30% mampu mematikan 50% larva *Helicoverpa armigera* instar III.

2.5. Insektisida IGR Diflubenzuron

Insect growth regulators (IGR) merupakan salah satu jenis insektisida yang memiliki cara kerja sangat spesifik sehingga aman terhadap bukan hama sasaran (Joseph, 2017). Insektisida IGR mengandung senyawa yang dapat mengganggu proses hormon pertumbuhan normal serangga. Salah satu jenis insektisida IGR adalah diflubenzuron yang bekerja sebagai penghambat sintesis kitin dalam proses pergantian kulit serangga (molting). Insektisida IGR berbahan aktif diflubenzuron 25% merupakan salah satu insektisida yang sering digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis serangga hama pada berbagai tanaman seperti tanaman kedelai edamame, cabai, kelapa sawit, dan tembakau (Gupta & Chandel, 1995). Diflubenzuron merupakan turunan *benzoylphenylurea* (1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea), dan rumus kimia bahan ini adalah C₁₄H₉O₂N₂F₂Cl (Gambar 1).



Gambar 1. Struktur kimia diflubenzuron. (Sumber : Duphar, 1987).

Diflubenzuron pertama kali diperkenalkan dan terdaftar sebagai pestisida di Amerika Serikat pada tahun 1976, dengan 29 merek dagang yang terdaftar (EPA, 1997). Salah satu merek dagang berbahan aktif diflubenzuron 25% adalah Dimilin 25 WP, yang bersifat non-sistemik serta dapat bekerja sebagai racun kontak dan racun perut. Bahan aktif ini juga memiliki cara kerja (*mode of action*) sebagai penghambat sintesis kitin sehingga kutikula serangga tidak terbentuk saat metamorfosa (Beyond, 2003). Penghambatan pembentukan kitin oleh diflubenzuron secara tidak langsung akan membuat serangga menjadi lemah dan akhirnya mati. Diflubenzuron mencegah pembentukan kitin, molekul yang diperlukan untuk membentuk kulit serangga, yang mengakibatkan kematian selama molting. Tidak adanya kitin pada manusia membuat senyawa ini aman untuk digunakan.

Formulasi diflubenzuron termasuk dalam golongan *wettable powder* (WP). Formulasi yang dalam penggunaannya harus diencerkan (dengan air) dan diaplikasikan dengan cara disemprotkan. Diflubenzuron dapat diaplikasikan menggunakan *airblast*, pesawat terbang dan penyemprot hidrolis (EPA, 1997). Diflubenzuron memiliki daya racun rendah terhadap mamalia dengan nilai LD₅₀ oral > 5000 mg/kg dan LD₅₀ dermal > 20000 mg/kg, sehingga selektif terhadap organisme sasaran, serta efektif digunakan untuk mengendalikan serangga (Alfiah & Setyaningsih, 2012). Berdasarkan hasil penelitian (Gupta & Chandel, 1995) bahwa diflubenzuron dikategorikan sebagai insektisida paling aman untuk mengendalikan *Apis cerana indica* F. yang berada di India.

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lapangan dan di laboratorium mulai dari bulan Desember 2020 hingga Maret 2021. Penelitian lapang berlokasi di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung (Polinela), kecamatan Rajabasa, kota Bandar Lampung, koordinat 5°21'11" S - 105°13'44" E dengan ketinggian 112 mdpl. Penelitian ini dilakukan untuk pengambilan sampel artropoda dan pengamatan pertumbuhan tanaman kedelai edamame. Penelitian selanjutnya bertempat di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis artropoda yang ditemukan pada percobaan lapang dan menghitung hasil panen tanaman kedelai edamame. Pengamatan hasil produksi tanaman kedelai edamame dilakukan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan. Perlakuan terdiri atas kontrol atau tanpa insektisida (P0), aplikasi ekstrak daun sirsak konsentrasi 1% (P1), aplikasi ekstrak daun sirsak konsentrasi 2% (P2), aplikasi IGR diflubenzuron konsentrasi 0,05% (P3), aplikasi IGR diflubenzuron konsentrasi 0,1% (P4), dan aplikasi insektisida klorantraniliprol konsentrasi 0,15% (P5).

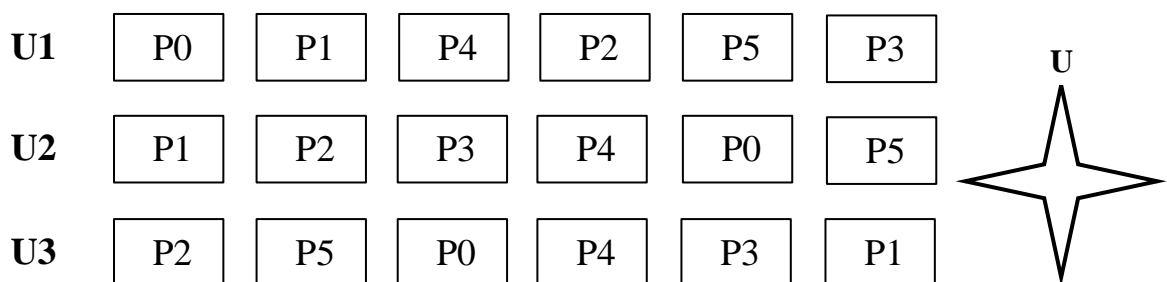
Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali yang digunakan sebagai kelompok. Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett, dan uji aditivitas diuji dengan uji Tukey. Hasil uji tersebut yang memenuhi asumsi, maka data dianalisis dengan

sidik ragam, selanjutnya dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan yaitu uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% dan uji ortogonal polinomial pada taraf 5%. Data dianalisis menggunakan perangkat R version 4.1.2 dan di dalam program Microsoft Excel 2019.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

3.3.1. Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan dengan cara mengolah tanah. Pengolahan tanah dilakukan secara mekanik sebanyak dua kali dengan menggunakan alat bajak dan selanjutnya dilakukan pengguludan. Jenis lahan yang digunakan adalah lahan kering yang sebelumnya ditanami kacang kedelai edamame. Insektisida diaplikasikan pada lahan percobaan dengan berbagai taraf dosis sesuai perlakuan sebanyak 18 petak. Petak percobaan berukuran 3 m x 5 m dengan jarak antar satuan petak 0,5 m. Pengelompokan dilakukan berdasarkan waktu aplikasi di lapangan. Tata letak percobaan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tata letak percobaan aplikasi insektisida di lahan pertanaman kedelai edamame

Keterangan :

P0 : perlakuan kontrol atau tanpa insektisida.

P1 : perlakuan insektisida botani ekstrak daun sirsak konsentrasi 1%.

P2 : perlakuan insektisida botani ekstrak daun sirsak konsentrasi 2%.

P3 : perlakuan insektisida IGR diflubenzuron konsentrasi 0,05%.

P4 : perlakuan insektisida IGR diflubenzuron konsentrasi 0,1%.

P5 : perlakuan insektisida klorantraniliprol konsentrasi 0,15%.

3.3.2. Penanaman

Penanaman dilakukan setelah olah tanah sempurna atau olah tanah kedua.

Penanaman dilakukan dengan cara ditugal sedalam 3-5 cm dengan jarak tanam 30

cm x 20 cm. Setiap lubang tanam ditanam 2 butir benih kedelai edamame. Penjarangan dan penyulaman tanaman dilakukan 1 minggu setelah tanaman (MST) dengan menyediakan 1 tanaman per lubang.

3.3.3. Perawatan

Perawatan tanaman yang dilakukan yaitu penyiraman, pemupukan, penyulaman, penyiangan, dan pembumbunan. Penyiraman tanaman dilakukan dengan alat sprinkler, pada pagi dan sore hari secara rutin. Bertujuan agar tanaman tidak mengalami kekeringan sehingga pertumbuhan tidak terganggu. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk bokashi plus (produksi Polinela Organic Farm) sebagai pupuk dasar, kemudian menggunakan pupuk anorganik (Urea 50 kg/ha, SP-36 100 kg/ha, dan KCL 100 kg/ha) sebagai penunjang pertumbuhan tanaman. Penyulaman tanaman dilakukan apabila tanaman tidak tumbuh, dengan menggunakan tanaman yang telah disemai di alat *poly tray* (tray semai benih). Penyiangan dilakukan secara intensif dengan mencabut dan membersihkan gulma yang tumbuh disekitar tanaman, agar tidak terjadi persaingan unsur hara, ruang tumbuh, serta perebutan sinar matahari yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Terakhir, pembumbunan dilakukan untuk memperkuat batang dan perakaran tanaman.

3.3.4. Penyiapan Insektisida

Penyiapan insektisida ekstrak daun sirsak dilakukan dengan mengumpulkan daun yang memiliki kriteria berwarna hijau tua dan segar. Daun tersebut dicuci hingga bersih dan dikeringkan di dalam ruangan selama 7 hari. Berikutnya, daun dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk. Bubuk daun sirsak sebanyak 155 gram direndam dalam metanol 96% sebanyak 1 liter, selama \pm 24 jam. Hasil ekstrak daun setelah disaring selanjutnya dilakukan proses ekstraksi. Proses ekstraksi yang menggunakan alat *rotary evaporator* pada suhu 40°C-45°C dengan tekanan rendah (\pm 15 mmHg) dan dengan kecepatan putaran 100 rpm. Melalui proses ini, diperoleh ekstrak daun sirsak murni 100% berupa pasta berwarna hijau pekat. Pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi insektisida ekstrak daun sirsak yang digunakan yaitu 1% dan 2% atau masing-

masing sebanyak 10 gr/L dan 20 gr/L aquades. Sebelum diaplikasikan, masing-masing campuran tersebut ditambahkan larutan detergen sebanyak 1g/L, kemudian, diaduk hingga homogen.

Penyiapan insektisida IGR berbahan aktif diflubenzuron 25% (merek dagang Dimilin 25 WP) dan insektisida berbahan aktif klorantranilipol 50 g/L (merek dagang Dupont Prevathon 50 EC, yang umum digunakan petani) kedalam sprayer. Insektisida disuspensikan menggunakan aquades hingga homogen. Konsentrasi insektisida IGR berbahan aktif diflubenzuron 25% yang digunakan yaitu 0,05% dan 0,1% atau masing-masing sebanyak 0,5 g/L dan 1 g/L aquades. Namun, konsentrasi insektisida rekomendasi berbahan aktif klorantraniliprol yang digunakan yaitu 1,5 ml/L aquades.

3.3.5. Pengaplikasian Insektisida

Aplikasi insektisida dilakukan dengan menggunakan hand sprayer (tipe pompa). Sebelum melakukan aplikasi, dilakukan kalibrasi sprayer dengan metode luas untuk mengetahui volume semprot yang digunakan, dengan rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{10000 \times F}{R \times D}$$

Keterangan:

F = Laju aliran semprot dari nosel (L/menit)

R = Lebar bidang semprot (meter)

D = Kecepatan berjalan (meter/menit)

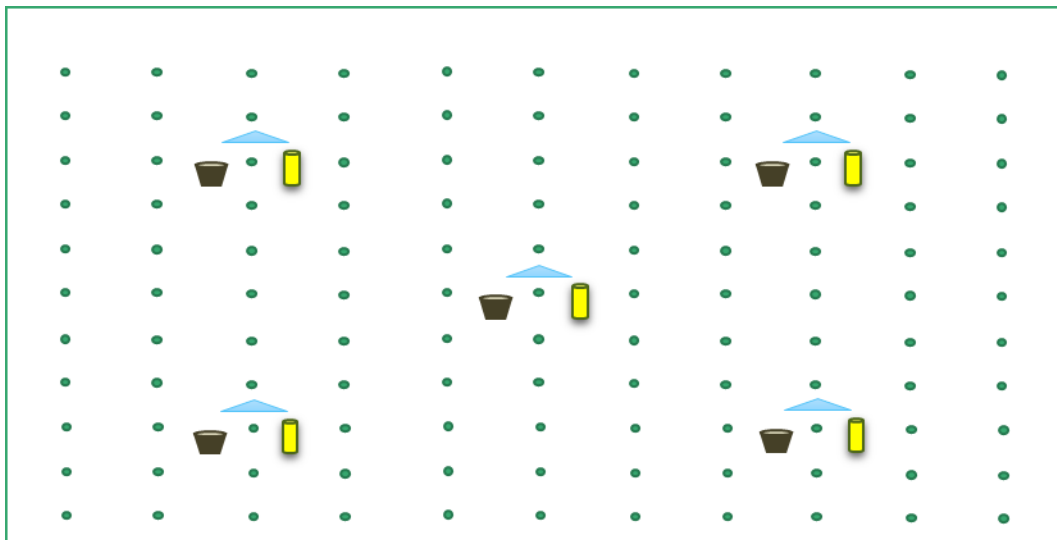
A = Volume cairan semprot (L/ha)

Pengaplikasian dilakukan secara hati-hati dengan jarak rendah dari permukaan tanah pada tanaman kedelai edamame. Insektisida diaplikasikan pada fase pertumbuhan V3 (fase vegetatif) dan fase pertumbuhan R3 (fase generatif).

3.3.6. Pengambilan Sampel Artropoda

Pengambilan sampel artropoda dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada fase pertumbuhan vegetatif (V3), fase berbunga & pembentukan polong (R3), dan fase pertumbuhan polong & biji (R5) dengan harapan terdapat perbedaan ekosistem

pada setiap fase pertumbuhan tanaman. Pengambilan sampel terpilih (*purposive sampling*) ditentukan secara diagonal (Gambar 3) agar dapat mewakili setiap populasi artropoda. Setiap tanaman yang terdapat pada garis diagonal dijadikan titik sampel utama sebagai pengambilan sampel secara manual. Titik sampel pada teknik pengambilan sampel yang lain ditentukan berdasarkan titik sampel utama. Pengambilan sampel dilakukan dengan 3 metode yaitu secara langsung (menggunakan kain hampar atau kuas), *yellow trap*, dan *pitfall trap*. Pemasangan perangkat dilakukan secara berkelompok berdasarkan ulangan.



Gambar 3. Denah pengambilan sampel serangga pada petak pengamatan pertanaman kacang kedelai edamame: ● sampel tanaman, ▲ pengambilan langsung, □ *yellow trap*, dan ▤ *pitfall trap*.

Pengambilan sampel secara langsung bertujuan untuk untuk mengoleksi artropoda (*arboreal arthropods*) yang berada di tajuk tanaman kedelai edamame.

Pengambilan sampel ini dilakukan pada tanaman yang telah terpilih sebagai titik sampel. Dengan cara menangkap secara langsung menggunakan tangan atau menggunakan alat kuas atau kain hampar. Waktu yang ditentukan untuk pengambilan sampel secara langsung pada setiap titik sampel yaitu selama 5 menit. Artropoda dimasukkan ke dalam botol vial yang telah berisi alkohol 70% dan diidentifikasi di laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan.

Pengambilan sampel menggunakan perangkat *yellow trap* bertujuan untuk mengoleksi artropoda yang aktif terbang di sekitar tanaman kedelai edamame.

Perangkap ini dibuat dengan menggunakan botol plastik bervolume 1,5 L yang diberi perekat (lem lalat). Perangkap ini menggunakan penyangga tiang kayu setinggi 80 cm. *Yellow trap* diletakkan ke arah utara dari titik sampel terpilih. *Yellow trap* diletakkan dengan jarak 10 cm antar tanaman, dan jarak antar *yellow trap* satu dengan yang lainnya yaitu 100 cm. Jumlah *yellow trap* dari setiap petak sebanyak 5 buah, sehingga total seluruhnya sebanyak 75 buah. Pengamatan dilakukan setelah *yellow trap* diletakkan selama 24 jam, agar artropoda tidak terlalu lengket yang menyebabkan tubuhnya rusak. Artropoda yang terperangkap dimasukkan ke dalam botol vial yang telah berisi alkohol 70% dan diidentifikasi di laboratorium. Ilmu Hama Tumbuhan.

Pengambilan sampel menggunakan perangkap *pitfall* bertujuan untuk mengoleksi artropoda yang berada dipermukaan tanah. Perangkap ini dibuat dengan menggunakan gelas plastik (setinggi 9 cm dan berdiameter 7 cm) yang digunakan sebagai wadah. Wadah tersebut dibenamkan dalam lubang dengan bagian atas wadah sejajar dari permukaan tanah. Wadah diisi larutan penjebak (larutan detergen 0,1%) sebanyak 50 ml sehingga artropoda tanah terperangkap dalam wadah tersebut. Bagian wadah ditutup menggunakan plastik mika yang berukuran 10 cm x 10 cm agar terlindungi dari air hujan atau kotoran lainnya. Perangkap *pitfall* diletakkan ke arah selatan dari titik sampel terpilih. Perangkap *pitfall* diletakkan dengan jarak 10 cm antar tanaman, dan jarak antar perangkap *pitfall* satu dengan yang lainnya yaitu 100 cm. Jumlah perangkap *pitfall* dari setiap petak sebanyak 5 buah, sehingga total seluruhnya sebanyak 75 buah. Pengamatan dilakukan setelah perangkap *pitfall* diletakkan selama 24 jam. Artropoda yang telah terjebak di cuci dibawah air mengalir menggunakan saringan (mesh 5) untuk menghilangkan kotoran dan sisa-sisa larutan penjebak. Artropoda yang terperangkap dimasukkan ke dalam botol vial yang telah berisi alkohol 70% dan diidentifikasi di laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan.

3.3.7. Panen

Panen dilakukan secara serentak agar dapat menyesuaikan kondisi tanaman saat polong telah mencapai matang fisiologis yang ditandai ketika polong masih berwarna hijau, belum matang dan padat dengan biji hijau yang telah berkembang secara penuh yang biasanya terjadi pada fase pengembangan. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang kedelai menggunakan sabit yang tajam agar tanaman tidak berguncang keras. Brangkasan tanaman dan polong hasil panen dikumpulkan dalam karung, selanjutnya ditimbang dan dikeringkan. Hasil tersebut dicatat yang digunakan sebagai variabel pengamatan.

3.4. Variabel Pengamatan

3.4.1. Pengamatan Artropoda Tanaman kedelai edamame

Sampel artropoda diidentifikasi dengan menggunakan mikroskop stereo binokuler Leica DM-300. Pengamatan dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Identifikasi hama dilakukan hingga taraf genus dengan menggunakan buku Pengenalan Serangga edisi keenam (Borror *et. al.*, 1996) dan *Identification, images & Information For Insect, Spiders & Their Kin* (BugGuide.net, 2018). Genus artropoda yang telah teridentifikasi dikelompokkan berdasarkan fungsi ekologi seperti hama, musuh alami, pollinator, dan detritivor. Data populasi artropoda yang diperoleh di lapangan dianalisis untuk menentukan nilai kelimpahan populasi, indeks keragaman Shannon Wiener (H'), kemerataan Pieloe (E), dan kekayaan jenis Margalef (DMg).

Indeks keragaman Shannon-wiener dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Krebs, 1999; Magurran, 2004) :

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i) \ln P_i$$

Keterangan:

H = indeks Shannon-Wiener;

S = jumlah genus;

P_i = proporsi genus ke I dari total individu dalam sampel;

n = Jumlah total individu.

Kategori keanekaragaman artropoda berdasarkan indeks Shannon-wiener terbagi dalam tiga kategori, yaitu:

$H' < 1,0$ = keanekaragaman spesies rendah

$1,0 < H' < 3,0$ = keanekaragaman spesies sedang

$H' > 3,0$ = keanekaragaman spesies tinggi (Brower dan Zar, 1977).

Indeks kemerataan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Magurran, 2004) :

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Keterangan:

E = indeks kemerataan (0-1);

H' = indeks keragaman Shannon-Wiener;

H_{max} = indeks keragaman maksimum = $\ln S$

S = jumlah spesies dalam komunitas.

Kriteria nilai kemerataan (Evenness) terbagi dalam tiga kategori, yaitu:

$0 < E < 0,3$ = Kemerataan rendah, komunitas tertekan

$0,3 < E < 0,6$ = Kemerataan sedang, komunitas labil

$0,6 < E < 1,0$ = Kemerataan tinggi, komunitas stabil (Odum, 1993);

Nilai kekayaan jenis Margalef dapat menunjukkkn kekayaan jenis atau family/genus, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Magurran, 2004) :

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln \ln N}$$

Keterangan:

D_{mg} = indeks kekayaan jenis;

S = jumlah genus

N = total individu dalam sampel

Kriteria nilai kekayaan jenis Margalef terbagi dalam tiga kategori, yaitu:

$D_{mg} < 2,5$ = kekayaan spesies rendah

$2,5 < D_{mg} < 4,0$ = kekayaan spesies sedang

$D_{mg} > 4,0$ = kekayaan spesies tinggi (Odum, 1993).

Menghitung kelimpahan populasi artropoda menggunakan rumus dalam (Michael, 1984) dengan rumus sebagai berikut :

$$Di = \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

Di = Kelimpahan populasi spesies;

ni = Jumlah individu suatu spesies;

N = Jumlah total individu yang ditemukan.

3.4.2. Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman kedelai edamame

Variabel pertumbuhan tanaman yang diamati adalah pengukuran tinggi tanaman, laju fotosintesis, bobot segar daun, bobot segar batang, bobot segar akar, bobot segar polong, jumlah polong per tanaman, bobot kering daun, bobot kering batang, bobot kering akar, bobot kering polong, bobot kering kulit polong, dan bobot polong. Tinggi tanaman merupakan salah satu variabel pertumbuhan tanaman yang menunjukkan karakter tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada fase pertumbuhan vegetatif dan generatif, dengan cara diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tertinggi.

Pengukuran laju fotosintesis dilakukan menggunakan alat *Portable Photosynthesis System* (LICOR 6800). Pengukuran laju fotosintesis dilakukan saat tanaman memasuki fase pertumbuhan V3 (vegetatif maksimum), pada waktu pengamatan 09.00-11.00 (pagi hari) dan 12.00-14.00 (siang hari). Pengukuran dilakukan pada setiap petak pengamatan dengan menggunakan 3 sampel tanaman. Pengukuran laju fotosintesis dilakukan pada daun ketiga dari pangkal (daun trikola) di bagian ujung luar daun, bagian tengah daun, dan bagian ujung dalam daun.

Pengukuran bobot segar daun, batang, dan akar dilakukan pada fase pertumbuhan vegetatif dan generatif. Pengukuran dilakukan dengan cara dipisahkan antara bagian satu dengan yang lainnya. Bagian tanaman yang telah dipisahkan, kemudian ditimbang berdasarkan sampel dari masing-masing pelapukan.

Pengukuran bobot kering daun, batang, dan akar dilakukan dengan cara dikeringkan seluruh bagian tanaman yang telah dipisahkan antara bagian satu dengan yang lainnya. Bagian tanaman dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C hingga bobot brangkasan menjadi konstan.

Pengamatan jumlah dan bobot polong dilakukan pada saat pemanenan tanaman. Polong yang didapat dari setiap perlakuan dihitung hingga didapatkan jumlah polong dan bobot segar polong kedelai edamame. Bobot segar polong setelah didapatkan, kemudian polong dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C hingga bobot brangkasan menjadi konstan. Terakhir, bobot kering polong ditimbang berdasarkan bobot tiap pertanaman.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi berbagai jenis insektisida pada tanaman kedelai edamame mampu memberikan pengaruh terhadap kelimpahan populasi artropoda dengan nilai keragaman artropoda termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi.
2. Aplikasi berbagai jenis insektisida dengan berbagai mampu mengurangi kehilangan hasil tanaman akibat serangan artropoda hama. Aplikasi insektisida sintetis lebih unggul dibandingkan insektisida botani dalam mengurangi kehilangan hasil tanaman.

5.2 Saran

Penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan jenis insektisida dan dosis yang lebih optimum dalam hasil tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1989. *Kedelai*. Kanisius. Yogyakarta.
- Adisarwanto, T. 2005. *Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Adisarwanto, T. & Wudianto, R. 2008. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Alfiah, S. & 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.
- Ambarningrum, T.B. Setyowati, E.A. & Susatyo, P. 2012. Aktivitas antimakan ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.) dan pengaruhnya terhadap nutrisi serta terhadap struktur membran peritrofik larva instar V *Spodoptera litura* F. *J. HPT Tropika*. 12(2):169-176.
- Arifin, M. 1992. Bioekologi, serangan, dan pengendalian hama pemakan daun kedelai. Risalah Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai. *Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang*. Malang.
- Baliadi, Y. Tengkan, W. & Marwoto. 2008. Penggerek polong kedelai *E. zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae), dan strategi pengendaliannya di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27 (4):113-123.
- Beyond Pesticides. 2003. *Chemical Watch Fact Sheet Diflubenzuron*. Tersedia dalam <http://www.beyondpesticides.org>. Diakses pada 11 November 2020.
- Born, H. 2006. Edamame: Vegetable soybean. *ATTRA Publication*.
- Borror, D.J. Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Ed. Ke-6. Soetiono P, penerjemah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 1000 hlm.
- Brower, J.E. & Zar, J.H. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. *J. Brown Company Publisher*. Iowa (US).
- BugGuide.net. 2018. Identification, images & Information For Insect, Spiders & Their Kin. Tersedia dalam <https://bugguide.net/node/view/15740>. Diakses pada 15 Mei 2021.

- Darmuji, U. 2015. *Panduan Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Secara Organik*. BSB Agatho. Bogor.
- Desiyanti, N.M.D. Swantara, I.M.D. & Sudiarta, I.P. 2016. Uji efektivitas dan identifikasi senyawa aktif ekstrak daun sirsak sebagai pestisida botani terhadap mortalitas kutu daun persik (*Myzus persicae* Sulz) pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Kimia*. 10(1):1-6.
- 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.
- Fernandes, F. L. Bacci, L. & Fernandes, M. S. 2010. Impact and Selectivity of Insecticides to Predators and Parasitoids. *EntomoBrasilis*. 3(1): 01-10.
- Fitriani. 2016. Keanekaragaman arthropoda pada ekosistem tanaman padi dengan aplikasi pestisida. *J. AGROVITAL*. 1(1):6-8.
- Gardner. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Herawati Susilo, penerjemah. Universitas Indonesia Press. Terjemahan Physiology of Crop Plants.
- Gupta, P.R. & Chandel, R.S. 1995. Effects of diflubenzuron and penfluron on workers of *Apis cerana indica* F and *Apis mellifera* L. *Apidologie*. 26(1):3-10.
- Harjanti, R.A. Tohari. & Utami, S. N. H. 2014. Pengaruh takaran pupuk nitrogen dan silika terhadap pertumbuhan awal (*Saccharum officinarum* L.) pada inceptisol. *Vegetalika*. 3:35-44.
- Haryono. 2012. *Pestisida Nabati*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Jakarta. 30 hlm.
- Hasibuan, R. 2012. *Insektisida Pertanian*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung. 149 hlm.
- Hendrival. Hakim, L. & Halimuddin. 2017. Komposisi dan keanekaragaman arthropoda predator pada agroekosistem padi. *J. Floratek*. 12(1):21-33.
- Herlinda, S. Waluyo. Estuningsih, S. P. & Irsan, C. 2008. Perbandingan keanekaragaman spesies dan kelimpahan arthropoda predator penghuni tanah di sawah lebak yang diaplikasi dan tanpa aplikasi insektisida. *J. Entomol. Indon*. 5(2):96-107.

- Joseph, S.V. 2017. Effects of insect growth regulators on *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*. 110(6):2471-2477.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 237 hlm.
- Kardinan, A. 2005. *Pestisida Botani Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta. 29 hlm.
- Karowa, V. Setyono. & Rochman, N. 2015. Simulasi pengaruh serangan hama pada daun terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) merrill). *Jurnal Pertanian*. 6(1):56-63.
- Khrishnamurti, Y. 1997. Perlindungan keanekaragaman hayati dan permasalahannya. *Seminar Pusat Pengembangan Teknik dan Lingkungan Hidup (P2TLH)*. UNISBA. Bandung.
- Krebs C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Second Edition. An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc. New York (USA).
- Kusuma, A.D.T. Parawansa, A.K. & Subaedah, A. 2019. Efektivitas beberapa jenis bioinsektisida terhadap keanekaragaman dan populasi arthropoda pada ekosistem padi sawah. *Jurnal Agrotek*. 3(2):194-210.
- Lakitan, B. 2007. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lebang, M.S. Taroreh, D. & Rimbing, J. 2016. Efektifitas daun sirsak (*Annona muricata* L) dan daun gamal (*Gliricidia sepium*) dalam pengendalian hama walang sangit (*Leptocorisa acuta* T) pada tanaman padi. *Jurnal Bioslogos*. 6(2):52-59.
- Liu, B. Liu, X.B. Wang, C. Li, Y.S. Jin, J. & Herbert, S.J. 2010. Soybean yield and yield component distribution across the main axis in response to light enrichment and shading under different densities. *Plant Soil Environ*. 56(8):384-392.
- Luice, A.T. & Polakitan, A. L. 2010. Kelimpahan populasi artropoda predator penghuni tajuk pertanaman kedelai edamame. *Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian, mendukung Program Pembangunan Pertanian*. Sulawesi Utara.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing Company. Australia.
- Mardiana, L. & Ratnasari, J. 2011. *Ramuan dan Khasiat Sirsak*. Penebar Swadaya. Jakarta. 68 hlm.

- Marwoto, S. 2008. Strategi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura fabricius*) pada tanaman kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4):131-133.
- Metcalf, R.L. 1989. Insect resistance to insecticides. *Pesticide Sci.* 26:333-358.
- Michael, P. 1984. *Ecological system method for field and laboratory investigations*. Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi. 404p.
- Nazarreta, R. 2017. Keanekaragaman dan identifikasi semut arboreal di lanskap hutan harapan dan taman nasional bukit duabelas, Jambi. [*Tesis*]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nelly, N. 2012. Kelimpahan Populasi, Preferensi dan Karakter kebugaran *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) Predator Kutu Daun pada Pertanaman Cabai. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(1):46-55.
- Nufikha. 2018. Keanekaragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk ada berbagai tipe penggunaan lahan di Jambi. [*skripsi*]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi ke-3. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Oka, I.N. 1995. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 254 hlm.
- Okada, T. Tengkan, W. & Djuwarso, T. 1988. An Outline of Soybean Pest In Indonesia In Faunistic Aspects. *Seminar BORIF*. Bogor.
- Pasaribu, I. 2016. Keanekaragaman Parasitoid pada Tanaman kedelai edamame dengan Beberapa Teknik Pengendalian di Kebun Percobaan Balitkabi Ngale, Ngawi. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Prabawati, G. Herlinda, S. & Pujiastuti, Y. 2019. The abundance of canopy arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp main and ratooned rice applied with bioinsecticides and synthetic insecticide. *J. Biodiversitas*. 20(10):2921-2930.
- Pramudi, M.I. & Rosa, O. 2012. Buprofezin pengatur pertumbuhan serangga untuk pengendali serangga hama. *Jurnal Agroscientiae*. 22(1):54-57.
- Prayogo, Y. & Suharsono. 2005. Optimalisasi pengendalian hama pengisap polong kedelai (*Riptortus linearis*) dengan cendawan entomopatogen

Verticillium lecanii. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*. 24(4):123–130.

- Prijono, D. 1999. *Prospek dan Strategi Pemanfaatan Insektisida Alami dalam PHT*. Badan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwanta, F.X, Rauf, A. Kartosuwondo, U. & Sastrosiswoyo, W. 1997. *Pengaruh aplikasi insektisida terhadap komunitas artropoda pada agroekosistem kedelai*. Seminar Nasional PHT. Subang.
- Purwanti, E.W. & Nizar, A. 2018. Pengaruh berbagai jarak antara refugia dengan pertanaman kedelai edamame (*Glycine max* L.) terhadap struktur komunitas dan keanekaragaman arthropoda. *Polbangtan Repository*. Malang.
- PT Mitra Tani 27 Jember. 2013. *Data penjualan ekspor produk edamame beku tahun 2004-2013*. PT. Mitra Tani 27 Jember. Jember.
- Radiyanto, I. Sodik, M. & Nurcahyani, N.M. 2010. Keanekaragaman serangga hama dan musuh alami pada lahan pertanaman kedelai edamame di kecamatan Balong-Ponorogo. *J. Entomol.* 7(2):116-121.
- Rahma, A. 2014. Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica Chinensis* L.) terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* L. Var. Saccharata). Universitas Diponegoro.
- Ramadhanti, U. 2016. Perkembangan Hama Pengisap Polong *Riptortus linearis* L. (Hemiptera:Alydidae) Pada Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Hasil Penelitian*.
- Roy, S. Handique, G. Muraleedharan, N. Dashora, K. Roy, S.M. Mukhopadhyay, A. & Babu, A. 2016. Use of plant extracts for tea pest management in India. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 100:4831-4844.
- Ruiz-Jane, M.C. Aide, T.M. 2005. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management*. 218:159-173.
- Sianipar, M. Suhunan. Luciana, D. Entun, R.C. Hidayat, W. Drajat, N. & Mei, P.B. 2015. Indeks keanekaragaman serangga hama pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di lahan persawahan padi dataran tinggi desa sukawening kec. Ciwidey, kab. Bandung. *J.bioma*. 17(1):9-15.
- Sari, T.E. Turnip, M. & Diba, F. 2014. Pemanfaatan daun sirsak (*Annona muricata* L.) pada media umpan sebagai pengendali rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). *Jurnal Protobiont*. 3(1):71–74.

- Sari, P. Syahribulan. Sjam, S. & Santosa, S. 2017. Analisis keragaman jenis serangga herbivora di areal persawahan kelurahan tamalanrea kota makassar. *Jurnal biologi makassar*. 2(1):35-45.
- Samsu, S.H. 2001. *Sebuah Pengalaman Diri Membangun Agroindustri Bernuansa Ekspor Edamame*. PT Mitratani Dua Tujuh Jember. Jakarta.
- Septerina, J.N. 2002. *Pengaruh Ekstrak Daun Sirsak sebagai Insektisida Rasional terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Paprika Varietas Bell Boy*. Tersedia dalam <http://www.eib.unikom.ac.id>. Diakses pada 24 November 2020.
- Siburian, D. Pangestiningih, Y. & Lubis, L. 2013. Pengaruh jenis insektisida terhadap hama polong *Riptortus linearis* f. (hemiptera: alydidae) dan *Etiella zinckenella* treit. (Lepidoptera: Pyralidae) pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *J. Online Agroekoteknologi*. 2(2):893-904.
- Sidabutar, V. Marheni. & Lubis, L. 2017. Indeks keanekaragaman jenis serangga pada fase vegetatif dan generatif tanaman kedelai (*Glycine max* Merrill) di lapangan. *Jurnal Agroteknologi*. 5(58):474-483.
- Siregar, EH. Atmowidi, T. & Kahono, S. 2016. Diversity and abundance of insect pollinators in different agricultural lands in Jambi, Sumatera. *Hayati. J. Biosci* 23 (1):13-17.
- Soemirat, J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soewanto. Prasongko. & Sumarno. 2007. Kedelai Teknik Produksi dan Pengembangannya (Agribisnis Edamame untuk Ekspor). *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sudarsono, H. 2015. *Pengantar Pengendalian Hama Tanaman*. Plantaxia. Yogyakarta. 149 hlm.
- Sunarjono, H. 2005. *Sirsak dan Srikaya*. Penebar Swadaya. Jakarta. 74 hlm.
- Susilo, F.X. 2007. *Pengantar Entomologi Pertanian*. Universitas Lampung Press. Lampung. 127 hlm.
- Susilo, F.X. 2007. *Pengendalian Hayati : Dengan Memberdayakan Musuh Alami Hama Tanaman*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 118 hlm.
- Syafrezani, Sampaguita. 2009. *Manfaat Tumbuhan Bunga Penghias Pekarangan*. Titian Ilmu. Bandung.

- Tengkano, W. Supriyatin. Suharsono. Bedjo. Yusmani, P. & Purwantoro. 2007. Status hama kedelai dan musuh alami pada agroekosistem lahan kering masam Lampung. *IPTEK Tanaman Pangan*. Malang
- Tengkano, W. & Soehardjan, M. 1993. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. Pusat penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor.
- Tenrirawe, A. 2001. Pengaruh ekstrak daun sirsak *Annona muricata* L terhadap mortalitas larva *Helicoverpa armigera* pada jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. 521-529 hlm.
- Tuan, L.C. 2019. Diversity of natural enemies in organic cauliflower, *Brassica oleracea* var. botrytis applied with biopesticides from plant extracts. *Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*. 4(4):953-956.
- Yatno, Pasaru, F. & Wahid, A. 2013. Keanekaragaman arthropoda pada pertanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) di kecamatan Palolo kabupaten Sigi. *J. Agrotekbis*. 1(5):421-428.