

**PENGGUNAAN *INSECTARY PLANT* TERHADAP
SERANGGA BERGUNA DAN SEVERITAS HAMA
PENGGEREK BUAH KAKAO**

*USE OF INSECTARY PLANTS ON BENEFIT INSECTS AND
SEVERITY OF COCOA POD BORER*

MUHTAR



**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGGUNAAN *INSECTARY PLANT* TERHADAP
SERANGGA BERGUNA DAN SEVERITAS HAMA
PENGGEREK BUAH KAKAO**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disusun dan diajukan oleh

MUHTAR

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

TESIS

**PENGGUNAAN *INSECTARY PLANT* TERHADAP
SERANGGA BERGUNA DAN SEVERITAS HAMA
PENGGEREK BUAH KAKAO**

Disusun dan diajukan oleh

MUHTAR
Nomor Pokok G022202003

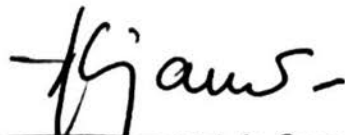
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 09 Maret 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Komisi Penasehat,


Prof. Dr. Ir. Sylvia Syam, M.S.
Ketua


Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si.
Anggota

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Hama dan
Penyakit Tumbuhan,


Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si.

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin,


Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc.

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Muhtar

Nomor Mahasiswa : G022202003

Program Studi : Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 13 Maret 2023

Yang menyatakan,



Muhtar

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini dengan judul "Penggunaan *Insectary Plant* terhadap Serangga Berguna dan Severitas Hama Penggerek Buah Kakao" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Magister (S2) Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Salawat dan taslim penulis kirimkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang dengan kebesarannya telah membawa kita kealam yang penuh dengan cahaya kebenaran.

Dengan selesainya penulisan tesis ini, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Prof. Dr. Ir. Sylvia Syam, M.S. selaku Ketua Komisi Penasehat dan Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si. selaku Anggota Komisi Penasehat sekaligus Ketua Program Studi Magister Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan yang tak henti-hentinya memberi bimbingan dan mengarahkan penulis selama perencanaan, pelaksanaan hingga penyusunan tesis ini.

Ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya penulis haturkan kepada Dr. Sri Nur Aminah Ngatimin, SP., M.Si. bersama Dr. Sulaeha Tamrin, SP., MP. dan Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA. selaku penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran, serta seluruh Guru Besar dan Staf pengajar Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah

membagi berbagai informasi keilmuan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih pula kepada seluruh staf pegawai administrasi Program Magister (S-2) Fakultas Pertanian dengan ketekunan dan keikhlasan yang luar biasa dalam melayani penulis selama menjadi mahasiswa.

Penghargaan dan ucapan terima kasih sebagai bentuk penghormatan yang setinggi-tingginya kepada Ibunda Zulaeha A.Ma. dan Mertua Karsinah yang telah memberikan dorongan dan doa restunya selama penulis menempuh pendidikan sampai tahap akhir penyelesaian studi, demikian pula kepada istri tersayang Instiarni, SP. serta anak tercinta Azzam Khalif dan Muhammad Yusuf Alfaqih yang penuh kasih sayang mendukung penulis dengan pengorbanan yang tak ternilai harganya, penulis persembahkan karya yang sederhana ini dengan tulus karena dengan bantuannya penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada kepala Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP) Sulawesi Barat Dr. Ir. Nurdiah Husnah, M.Si. yang telah mendukung dan memberikan kesempatan dalam menempuh pendidikan, serta dengan tulus penulis menyampaikan terimakasih kepada Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) sebagai penyandang dana yang telah membiayai pendidikan dan penelitian

selama penulis menjadi mahasiswa, penulis berharap dukungan dan kerjasama ini dapat terjalin dengan baik diwaktu-waktu selanjutnya.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan terimakasih kepada Kepala Stasiun Karantina Pertanian Kelas II Mamuju drh. Agus Karyono, M.Si. yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan identifikasi arthropoda di Ruang Pengujian Entomologi, Laboratorium Stasiun Karantina Pertanian Kelas II Mamuju, Badan Karantina Pertanian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Saudara Zainuddin dan Irfan, SP. yang telah memberikan bantuan peralatan penelitian dan meluangkan waktunya dalam mendampingi penulis selama dilokasi penelitian. Kepada teman-teman seperjuangan "Petubel Kementan 2021, Koloni 2021" terimakasih atas doa, dukungan serta semangatnya dan yang terakhir ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa tesis ini belumlah sepenuhnya sempurna, maka dari itu sumbangan saran dan kritik yang sifatnya konstruktif sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan laporan berikutnya.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca serta mahasiswa pada umumnya.

Makassar, 13 Maret 2023



Muntar

ABSTRAK

MUHTAR. *Penggunaan Insectary Plant terhadap Serangga Berguna dan Severitas Hama Penggerek Buah Kakao* (Dibimbing oleh Sylvia Syam dan Vien Sartika Dewi).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) pengaruh pengelolaan ekosistem pertanaman kakao dengan menggunakan *insectary plant* dan tanpa menggunakan *insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna (2) pengaruh *insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna (3) pengaruh keberadaan serangga berguna terhadap kerusakan buah dan kehilangan hasil akibat serangan penggerek buah kakao (*Conomoporpha cramerella* Snellen).

Penentuan dan pemilihan lahan dilakukan dengan metode purposive sampling pada pertanaman kakao dengan pengelolaan menggunakan *insectary plant* dan pengelolaan pertanaman kakao tanpa *insectary plant* masing-masing seluas 1 Ha dengan penerapan penanaman klon yang sama yaitu Sulawesi 2 (S-2). Pengamatan dan Pengambilan sampel serangga berguna pada tanaman kakao dan *insectary plant* dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode visual, metode sweep net dan metode yellow trap yang hasilnya diidentifikasi kemudian dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (H'), indeks keseragaman Jenis (E) dan indeks dominansi jenis (C). Pengamatan serangan *C. cramerella* dilakukan dengan mengambil sampel buah kakao secara acak pada 5 titik mengikuti pola garis diagonal (X) yang setiap titik terdiri dari 5 pohon sampel tanaman kakao, dan setiap pohon kakao dipilih 4 sampel buah dengan melihat buah yang telah dapat dipanen sebanyak 8 kali dengan interval waktu sekali dalam 2 minggu selama 4 bulan, lalu dihitung intensitas serangannya dengan cara membelah buah dan dihitung jumlah biji yang lengket akibat serangan *C. cramerella*. Selanjutnya dilakukan analisis kerusakan buah dan kehilangan hasil menggunakan metode regresi linear yaitu menghubungkan intensitas serangan *C. cramerella* dengan keberadaan serangga berguna serta hasil produksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah populasi serangga berguna yang ditemukan pada pertanaman kakao dengan pengelolaan menggunakan *insectary plant* dan tanpa *insectary plant* sebanyak 1247 individu, sedangkan pada 5 jenis *insectary plant* ditemukan jumlah populasi serangga berguna sebanyak 271 individu. Nilai indeks keanekaragaman serangga berguna pada kedua pertanaman kakao berkisar antara 2,235 - 2,420 dan pada 5 jenis *insectary plant* berkisar antara 1,976 - 2,233 tetapi keduanya termasuk kategori sedang, begitupun nilai indeks keseragaman Jenis (E) pada kedua pertanaman kakao dan 5 jenis *insectary plant* berkisar antara 0,703 - 0,761 dan 0,886 - 0,899 termasuk dalam keseragaman tinggi. Sedangkan hasil analisis indeks dominansi jenis (C) berkisar antara 0,145 - 0,165 pada kedua pertanaman kakao dan 0,123 - 0,154 pada 5 jenis *insectary plant*, tetapi keduanya termasuk kategori rendah. Berdasarkan hasil pengamatan bahwa rata-rata intensitas serangan *C. cramerella* pada pertanaman kakao tanpa menggunakan *insectary plant* lebih tinggi sebesar 32,79% dengan tingkat kerusakan sedang, dibandingkan pada pertanaman kakao dengan menggunakan *insectary plant* hanya sebesar 16,78% dan termasuk dalam kategori ringan. Hubungan kerusakan buah akibat serangan *C. cramerella* dengan keberadaan serangga berguna pada kedua pertanaman kakao ditunjukkan dengan regresi $Y = -0,410x + 56,712$, dimana pada saat populasi serangga berguna meningkat 1% maka tingkat intensitas serangan *C. cramerella* akan turun sebesar 0,410%. Sedangkan besarnya tingkat kehilangan hasil ditunjukkan dengan regresi $Y = -0,405x + 58,387$, dimana pada saat produksi meningkat 1% maka kehilangan hasil akibat intensitas serangan *C. cramerella* akan turun sebesar 0,405%.

Kata Kunci: *Insectary plant*, Serangga Berguna, *C.cramerella*, Kerusakan Buah, Kehilangan Hasil.

ABSTRACT

MUHTAR. *Use of Insectary Plants on Benefit Insects and Severity of Cocoa Pod Borer* (Supervised by Sylvia Syam and Vien Sartika Dewi).

This study aims to determine (1) the effect of ecosystem management of cocoa plantations using *insectary plants* and without using *insectary plants* on the existence of useful insect populations (2) the effect of *insectary plants* on the existence of useful insect populations (3) the effect of the presence of useful insects on fruit damage and loss. yield due to attack by the cocoa pod borer (*Conomoporpha cramerella* Snellen).

Determination and selection of land was carried out by purposive sampling method on cocoa plantations with management using *insectary plants* and management of cocoa plantations without *insectary plants* each with an area of 1 Ha with the application of the same clone planting, namely Sulawesi 2 (S-2). Observation and sampling of useful insects on cocoa and *insectary plants* were carried out using 3 methods, namely the visual method, the sweep net method and the yellow trap method, the results of which were identified and then the Shannon-Wiener species diversity index (H') was calculated, the species uniformity index (E) and species dominance index (C). Observation of *C. cramerella* attacks was carried out by randomly taking samples of cocoa pods at 5 points following a pattern of a diagonal line (X) where each point consists of 5 sample trees of cocoa plants, and for each cocoa tree 4 samples are selected by looking at the number of pods that can be harvested. 8 times at intervals once every 2 weeks for 4 months, then the intensity of the attack was calculated by splitting the fruit and counting the number of sticky seeds due to *C. cramerella* attack. Furthermore, an analysis of fruit damage and yield loss was carried out using the linear regression method, which correlated the intensity of *C. cramerella* attack with the presence of useful insects and production yields.

The results showed that the number of useful insect populations found on cocoa plantations with management using *insectary plants* and without *insectary plants* was 1247 individuals, while in 5 types of *insectary plants* the number of useful insect populations was found to be 271 individuals. The index value of useful insect diversity for both cocoa plantations ranged from 2.235 - 2.420 and for 5 *insectary plant* species ranged from 1.976 - 2.233 but both belonged to the moderate category, as well as the type uniformity index (E) value for both cocoa and 5 *insectary plants* species ranged from 0.703 - 0.761 and 0.886 - 0.899 are included in high uniformity. While the results of species dominance index (C) analysis ranged from 0.145 - 0.165 for both cocoa plantations and 0.123 - 0.154 for 5 *insectary plant* species, but both were in the low category. Based on the observation that the average attack intensity of *C. cramerella* on cocoa plantations without using *insectary plants* was 32.79% higher with a moderate level of damage, compared to cocoa plantings using *insectary plants* of only 16.78% and included in the mild category. The relationship between fruit damage due to *C. cramerella* attack and the presence of useful insects on both cocoa plantations is shown by regression $Y = -0.410x + 56.712$, where when the useful insect population increases 1%, the intensity level of attack by *C. cramerella* will decrease by 0.410%, meanwhile the level of yield loss is indicated by the regression $Y = -0.405x + 58.387$, where when production increases by 1%, the yield loss due to the intensity of *C. cramerella* attacks will decrease by 0.405%.

Keywords: *Insectary plants*, Benefit insects, *C.cramerella*, Cocoa pod damage, Loss of yield

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Ruang Lingkup Penelitian	8
F. Sistematika Penelitian	10
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Pengelolaan Habitat untuk Mempertahankan Komunitas Predator dan Parasitoid: Peran <i>Insectary Plant</i>	11
B. Hubungan Serangga dengan Tanaman Kakao.....	14
C. Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	15
D. Klon Sulawesi 2 (S-2).....	16

E. Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> L.)	17
F. Bunga Tahi Ayam (<i>Tagetes erecta</i> L.).....	19
G. Bunga Kertas (<i>Zinnia elegans</i> Jacq.).....	20
H. Bunga Kenop (<i>Gomphrena globose</i> L.)	23
I. Jengger Ayam (<i>Celosia argentea var. cristata</i>).....	24
J. Serangga Berguna	26
1. Predator	29
2. Parasitoid.....	29
3. Serangga Penyerbuk (Polinator)	31
K. Penggerek Buah Kakao (<i>Conopomorpha cramerella</i> Snellen)...	34
L. Hipotesis	39
BAB III. METODE PENELITIAN.....	40
A. Tempat dan Waktu	40
B. Alat dan Bahan.....	40
C. Metode Penelitian	41
D. Prosedur Penelitian	41
1. Penentuan dan Pemilihan Lahan	41
2. Pengamatan dan Pengambilan Sampel	42
3. Intensitas serangan <i>C.cramerella</i> pada Pertanaman Kakao..	50
4. Analisis Kerusakan Buah dan Kehilangan Hasil pada Pertanaman Kakao	52
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
A. Hasil Penelitian	54
1. Jumlah Serangga berguna pada Pertanaman Kakao	54

2. Jumlah Serangga berguna pada <i>Insectary Plant</i>	60
3. Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), keseragaman jenis (E) dan indeks Dominansi (C) pada Pertanaman Kakao	67
4. Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), keseragaman jenis (E) dan indeks Dominansi (C) pada <i>Insectary Plant</i>	68
5. Intensitas serangan <i>C.cramerella</i> pada Pertanaman Kakao..	70
6. Analisis Kerusakan buah dan Kehilangan hasil pada Pertanaman Kakao	71
B. Pembahasan	75
1. Jumlah Serangga berguna pada Pertanaman Kakao	75
2. Jumlah Serangga berguna pada <i>Insectary Plant</i>	79
3. Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), keseragaman jenis (E) dan indeks Dominansi (C) pada Pertanaman Kakao	82
4. Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), keseragaman jenis (E) dan indeks Dominansi (C) pada <i>Insectary Plant</i>	84
5. Intensitas serangan <i>C.cramerella</i> pada Pertanaman Kakao..	86
6. Analisis Kerusakan buah dan Kehilangan hasil pada Pertanaman Kakao	89
BAB V. PENUTUP	91
A. Kesimpulan	91
B. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	104

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Kriteria penilaian intensitas serangan	52
2. Jumlah serangga berguna pada pertanaman kakao	54
3. Serangga polinator pada pertanaman kakao	56
4. Serangga predator pada pertanaman kakao.....	57
5. Serangga Dekomposer pada pertanaman Kakao	59
6. Serangga Parasitoid pada pertanaman Kakao	59
7. Jumlah serangga berguna pada <i>Insectary plant</i>	60
8. Serangga Polinator pada <i>Insectary plant</i>	61
9. Serangga predator pada <i>Insectary plant</i>	63
10. Serangga dekomposer pada <i>Insectary plant</i>	65
11. Serangga parasitoid pada <i>Insectary plant</i>	66
12. Analisis regresi linear kerusakan buah dan kehilangan hasil	72
13. Analisis of Varian (ANOVA) Kerusakan Buah akibat serangan <i>C.cramerella</i>	73
14. Analisis of Varian (ANOVA) Kehilangan Hasil akibat serangan <i>C.cramerella</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Bagan pengelolaan pertanaman kakao menggunakan <i>Insectary plant</i> dan tanpa <i>Insectary plant</i> terhadap hama Penggerek Buah Kakao (<i>Conopomorpha cramerella</i> Snellen)	10
2. Klon Sulawesi 2 (S-2)	16
3. Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	17
4. Bunga Tahi Ayam (<i>Tagetes erecta</i> L.)	19
5. Bunga Kertas (<i>Zinnia elegans</i> Jacq.)	21
6. Bunga Kenop (<i>Gomphrena globosa</i> L.)	23
7. Jengger Ayam (<i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i>)	24
8. Siklus hidup <i>C.cramerella</i>	36
9. Ilustrasi denah penentuan dan pemilihan pertanaman kakao dengan <i>Insectary plant</i>	44
10. Ilustrasi denah penentuan dan pemilihan pertanaman kakao tanpa <i>Insectary plant</i>	44
11. Ilustrasi denah penentuan dan pemilihan <i>Insectary plant</i>	47
12. Indeks keanekaragaman jenis (H'), keseragaman jenis (E) dan indeks Dominansi (C) pada Pertanaman Kakao	67
13. Indeks keanekaragaman jenis (H'), keseragaman jenis (E) dan indeks Dominansi (C) pada <i>Insectary plant</i>	69
14. Fluktuasi intensitas serangan <i>C.cramerella</i> pada pertanaman Kakao dengan tanaman <i>insectary</i> dan tanpa <i>Insectary plant</i>	70
15. Grafik pengaruh intensitas serangan <i>C.cramerella</i> terhadap kerusakan buah pada lahan kakao dengan dan tanpa <i>Insectary plant</i>	73
16. Grafik pengaruh intensitas serangan <i>C.cramerella</i> terhadap kehilangan hasil pada lahan kakao dengan dan tanpa <i>Insectary plant</i>	74

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
A. Lampiran Tabel.....	104
1. Jumlah Populasi Serangga Berguna pada Pertanaman Kakao menggunakan <i>Insectary plant</i>	104
2. Jumlah Populasi Serangga Berguna pada Pertanaman Kakao Tanpa <i>Insectary plant</i>	105
3. Jumlah Populasi Serangga Berguna pada <i>Insectary plant</i>	106
4. Rekapitulasi Rata-rata Intensitas Serangan <i>C.cramerella</i> pada 5 titik selama 8 kali pengamatan	107
B. Lampiran Gambar.....	108
1. Profil Pertanaman Kakao.....	108
2. Alat dan Metode Perangkap Serangga.....	108
3. Pengamatan Jenis Serangga yang Terperangkap dengan Metode Visual, Swep Net dan Yellow Trap.....	109
4. Pengamatan dan Identifikasi Serangga pada Pertanaman Kakao.....	111
5. Pengamatan Intensitas Serangan Hama Pengerek Buah Kakao (<i>C.Cramerella</i>).....	112

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
%	Persentase
°C	Skala suhu derajat <i>celcius</i>
°F	Skala suhu derajat Fahrenheit
ANOVA	Analysis of Variance
BT	Bujur Timur
cm	Satuan panjang <i>centimeter</i> , sentimeter
CSP	Cocoa Sustainability Partnership
dpl	diatas permukaan laut
et al.	et alii, dan kawan-kawan
gr	Satuan bobot gram
ha	Satuan luas hektar
kg	Satuan bobot kilogram
LS	Lintang Selatan
m	Satuan panjang meter
mm	Satuan panjang millimeter
OPT	Organisme Pengganggu Tanaman
sp.	Satu jenis spesies dari genus tertentu
spp.	Lebih satu jenis spesies dari genus tertentu
WITA	Waktu Indonesia Tengah

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* Linnaeus.) merupakan salah satu komoditas andalan Nasional yang berperan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama dalam penyediaan lapangan kerja, sumber pendapatan petani dan sumber devisa bagi negara disamping mendorong berkembangnya agrobisnis kakao dan agroindustri. Oleh karenanya tidak mengherankan bahwa sejak tahun 1980-an, perkembangan kakao di Indonesia sangat pesat. Keadaan iklim dan kondisi lahan yang sesuai untuk pertumbuhan kakao akan mendorong pengembangan perkebunan kakao di Indonesia. Sulawesi Selatan merupakan salah satu Provinsi yang memberikan kontribusi penting dalam usaha pengembangan kakao Nasional. Menurut data luas areal kakao di wilayah ini pada tahun 2021 adalah 196.378 ha dengan produksi 118.148 ton atau masing-masing 13,11% dan 16,23% dari luas dan produksi kakao nasional (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021).

Provinsi Sulawesi Selatan memiliki potensi cukup baik dalam menghasilkan produksi hasil perkebunan terutama pada komoditi biji kakao, dengan salah satu daerah yang menghasilkan kakao yaitu Kecamatan Gantarangkeke, Kabupaten Bantaeng. Kecamatan Gantarangkeke merupakan salah satu sentra produksi kakao di Kabupaten Bantaeng dengan kawasan lahan perkebunan yang luas

dimana tanaman kakao dibudidayakan oleh masyarakat berdasarkan perbedaan tempat tumbuh dan jarak yang cukup luas dari dataran rendah hingga dataran tinggi yang terletak pada posisi 05021'15" - 05034'3" LS dan 119051'07" - 120051'07" BT dengan luas 52,95 km² dan berada pada ketinggian 200 - 350 m dpl serta mempunyai curah hujan rata-rata 141,28 mm pertahun dan suhu rata-rata pertahun 32⁰C sehingga cocok untuk budidaya kakao (BPS Bantaeng, 2021). Dari luas wilayah Kecamatan Gantarangkeke, 70% diantaranya ditanami tanaman kakao sehingga hasil produksi kakao setiap tahun semakin meningkat dan menjadi salah satu sumber pendapatan utama bagi masyarakat Kecamatan Gantarangkeke. Akan tetapi, berdasarkan pengamatan lapangan produksi tanaman kakao mulai menurun pada tahun 2019 memiliki luas areal 2.402,80 ha dengan produksi sebanyak 1.386,00 ton, sedangkan tahun 2020 menurun menjadi 1.370,00 ton (Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Bantaeng, 2021).

Penurunan produktivitas kakao tersebut disebabkan oleh umur tanaman yang sudah tua, menipisnya unsur hara, rusaknya kondisi lahan, pembentukan bunga dan penyerbukan yang tidak sempurna serta serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Organisme Pengganggu Tumbuhan saat ini yang membutuhkan perhatian dan pemikiran serius adalah hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) karena dapat menurunkan hasil mencapai 30 % (Karmawati et al., 2010). Selama ini upaya pengendalian hama tersebut

umumnya menggunakan insektisida kimia yang terbukti menimbulkan efek negatif bagi lingkungan dan menurunkan tingkat kesuburan lahan pertanaman kakao (Chowdhury et al., 2008).

Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki kondisi ekosistem pertanaman kakao adalah melalui pengelolaan habitat yang dapat mengembalikan keseimbangan agroekosistem, memperbaiki keadaan tanah dengan pemberian kompos, pembuatan biopori cacing serta pembuatan rorak dalam meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil kakao (Nurindah, 2006; Altieri et al., 2009). Pengelolaan habitat merupakan upaya menciptakan agroekosistem yang sehat dengan mengelola areal pertanaman dan lingkungan sekitarnya (Kumar et al., 2013). Menurut Altieri (2012), perbaikan habitat ini secara signifikan akan meningkatkan kesuburan tanah dan menciptakan agroekosistem yang sehat.

Salah satu pengelolaan habitat yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan tanaman attraktan yaitu *Insectary plant*. *Insectary plant* yang ditanam dekat tanaman utama digunakan untuk menarik dan menyediakan sumber makanan bagi serangga musuh alami, seangga penyerbuk maupun serangga hama (Effendi, 2009). Modifikasi habitat ini selanjutnya dapat digunakan untuk mendesain habitat yang mampu beradaptasi terhadap kemungkinan peningkatan populasi serangga dalam suatu agroekosistem. Masalah hama tidak bisa diabaikan, karena akan mempengaruhi produksi secara kualitatif maupun kuantitatif dan mampu menurunkan produksi. Pengelolaan habitat pada pertanaman kakao

merupakan konsep sekaligus strategi penanggulangan hama secara terpadu (PHT) dengan pendekatan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka terbentuknya kembali keanekaragaman hayati serta keseimbangan ekosistem yang berdampak pada perbaikan produktivitas tanaman yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Konsep PHT secara ekologis cenderung menolak pengendalian hama dengan cara kimiawi. Salah satu penerapan PHT (Pengendalian Hama Terpadu) secara ekologis adalah dengan menggunakan tanaman attraktan yaitu *Insectary plant* yang nantinya dapat menarik hama agar tidak menyerang tanaman inti (Effendi, 2009).

Famili tanaman yang sering ditemukan menarik bagi berbagai serangga yang bermanfaat sebagai musuh alami antara lain, *Apiacea* dan *Asteracea*. *Apiacea* merupakan salah satu *Insectary plant* yang sangat baik karena mampu memberikan sejumlah besar nutrisi yang dibutuhkan oleh serangga parasitoid. *Asteracea* diketahui menarik bagi parasitoid termasuk Bunga matahari, Tahi ayam, Jengger ayam dan bunga Zinnia, tanaman tersebut merupakan penghasil komposit bunga yang mencolok, yang menguntungkan bagi banyak parasitoid serta serangga predator dan parasitoid (Wuriyanto & Tjahyaningrum, 2016)

Keanekaragaman suatu jenis tanaman (biodeversitas) disekitaran tanaman kakao berpengaruh terhadap jumlah kehadiran serangga berguna, semakin banyak jumlah suatu jenis tanaman maka semakin tinggi populasi serangga berguna yang berkunjung seperti serangga

musuh alami baik sebagai parasitoid maupun predator dan polinator. Pada ekosistem alami, umumnya telah terjadi kestabilan populasi hama dan musuh alaminya sehingga keberadaan serangga hama pada pertanaman tidak lagi merugikan. Kenyataan tersebut perlu dikembangkan sehingga mampu menekan penggunaan pestisida untuk mengendalikan serangan hama di lapangan, terutama pada tanaman yang berorientasi ekspor dan mempunyai nilai ekonomis tinggi (Luskin & Potts, 2011).

Serangga polinator yang berkunjung dapat melakukan penyerbukan pada bunga kakao yang berbunga setiap tahunnya hingga terbentuk bakal buah sebagai sumber pakan bagi serangga terutama serangga hama yang sangat bergantung terhadap ketersediaan tanaman inang di suatu ekosistem (Sahari, 2012). Selama ini, hal tersebut tidak diketahui oleh para petani kakao, tanpa bantuan koloni serangga penyerbuk tersebut, produksi kakao bisa turun hingga 90%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Ilham, 2021) bahwa jumlah kelas arthropoda yang ditemukan pada lahan kakao Non-Konvensional di Kecamatan Gantarangeke dengan menggunakan metode yellow pan trap yaitu sebanyak 9 ordo, 34 family dan 41 spesies serta pada lahan kakao Konvensional ditemukan 4 ordo, 14 family dan 16 spesies. Serangga penyerbuk secara umum mengunjungi bunga karena adanya faktor penarik yaitu bentuk bunga, warna bunga, serbuk sari dan nektar (sebagai penarik primer) dan aroma (sebagai penarik sekunder) serta dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi

diantaranya adalah suhu dan kelembaban lingkungan, intensitas cahaya, serta kecepatan angin. Umumnya kecepatan angin mempengaruhi aktivitas terbang pada beberapa serangga. Lebih dari 80% spesies tanaman tergantung oleh serangga untuk membawa serbuk dari bunga satu ke bunga lain (Raju & Ezradanam, 2002; Faheem et al., 2004).

Hubungan antara serangga dengan lingkungan akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas tanaman kakao yang saling berkaitan dengan biomassa tanaman kakao terhadap keanekaragaman suatu jenis tanaman yang disediakan oleh lingkungan akan menjadi sumber pakan bagi serangga predator dan dapat mengendalikan populasi serangga hama secara baik. Keanekaragaman suatu jenis tanaman disekitar tanaman kakao sangat berpengaruh terhadap tingkat keanekaragaman serangga yang memiliki dampak penting dalam kestabilan ekosistem antara hama, musuh alami dan penyerbuk. (Landis et al., 2000).

Sistem Pengelolaan habitat pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* serta mengurangi penggunaan insektisida kimiawi dipercaya dapat mempertahankan jumlah serangga berguna (musuh alami dan polinator) serta menekan intensitas serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dalam upaya meningkatkan produksi kakao. Menurut Petani di Kecamatan Gantarangkeke, Zainuddin (2022) bahwa produksi kakao sebelum menggunakan *Insectary plant* hanya 250 - 300 kg/ha/bulan sedangkan

setelah menggunakan *Insectary plant* produksi meningkat menjadi 350 - 400 kg/ha/bulan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh pengelolaan ekosistem pertanaman kakao menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna dalam mendukung peningkatan produksi serta mengurangi kerusakan buah dan kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) di Kecamatan Gantarangkeke Kabupaten Bantaeng.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pengelolaan pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna.
2. Bagaimana pengaruh *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna.
3. Bagaimaimana pengaruh keberadaan serangga berguna terhadap kerusakan buah dan kehilangan hasil akibat serangan penggerek buah kakao (*Conomoporpha cramerella* Snellen) pada pengelolaan pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant*.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pengelolaan ekosistem pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna.

2. Mengetahui pengaruh *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna.
3. Mengetahui pengaruh keberadaan serangga berguna terhadap kerusakan buah dan kehilangan hasil akibat serangan penggerek buah kakao (*Conomomorpha cramerella* Snellen) pada pengelolaan pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant*.

D. Manfaat Penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bahan informasi tentang pengaruh keefektifan pengelolaan ekosistem pertanaman kakao menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant* terhadap perkembangan serangga berguna serta mengurangi kerusakan buah dan kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dalam upaya meningkatkan produksi kakao.

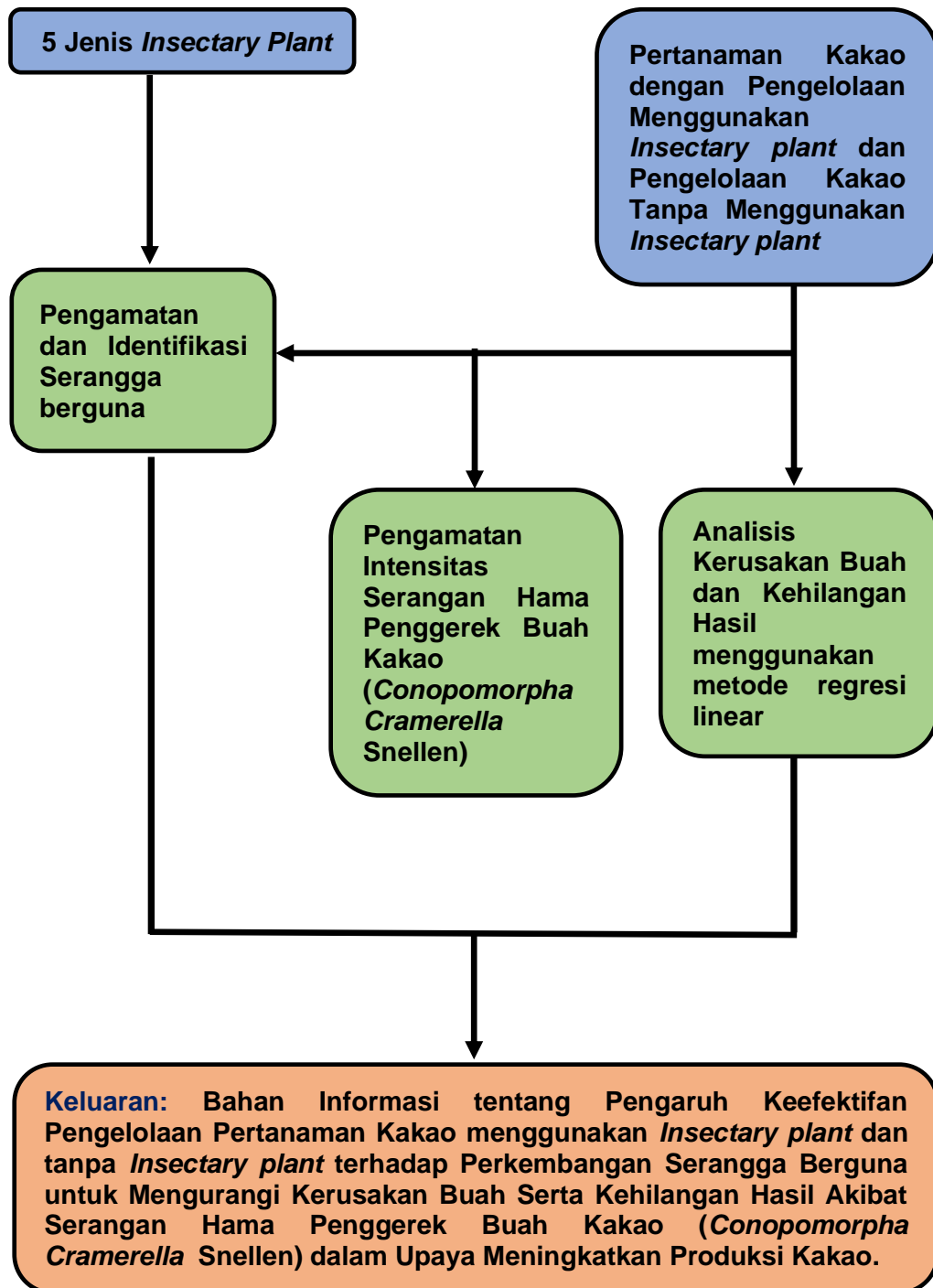
E. Ruang Lingkup Penelitian.

1. Pengamatan dan identifikasi serangga berguna pada lahan kakao dengan pengelolaan menggunakan *Insectary plant* dan lahan kakao tanpa menggunakan *Insectary plant*.
2. Pengamatan dan identifikasi serangga berguna pada 5 jenis *Insectary plant* diantara pertanaman kakao.
3. Pengamatan intensitas Serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) pada lahan kakao dengan

pengelolaan menggunakan *Insectary plant* dan lahan kakao tanpa menggunakan *Insectary plant*.

4. Analisis kerusakan buah dan kehilangan hasil menggunakan metode regresi linear yaitu menghubungkan intensitas serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dengan keberadaan serangga berguna serta hasil produksi pada lahan kakao dengan pengelolaan menggunakan *Insectary plant* dan lahan kakao tanpa menggunakan *Insectary plant*.

F. Sistematika Penelitian.



Gambar 1. Bagan Pengelolaan Pertanaman Kakao Menggunakan *Insectary plant* dan Tanpa *Insectary plant* Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella Snellen*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengelolaan Habitat untuk Mempertahankan Komunitas Predator dan Parasitoid: Peran *Insectary Plant*

Perkebunan kakao dalam skala besar sangat rentan terhadap peledakan hama karena dukungan musuh alami yang terbatas, terutama parasitoid. Habitat yang kompleks dapat menyediakan iklim mikro yang cocok serta sumber pakan untuk parasitoid, sehingga dapat mempertahankan keanekaragaman parasitoid *Hymenoptera* (Fiedler & Landis, 2007; Silvinski et al., 2006; Marino et al., 2006; Silvinski et al., 2011).

Penanaman *Insectary plant* yang dapat memberikan sumber pakan, merupakan kunci untuk meningkatkan keefektifan pengendalian hayati. Hubungan antara komunitas parasitoid dan *Insectary plant* telah banyak dilaporkan (Baggen & Gurr, 1998; Wratten et al., 2003; Lee & Heimpel, 2005). Keanekaragaman parasitoid lebih tinggi pada habitat yang memiliki banyak *Insectary plant* dibandingkan yang kurang memiliki *Insectary plant* (Jervis et al., 1993). Beberapa peneliti telah melaporkan beberapa spesies *Insectary plant* yang berpotensi digunakan untuk menarik parasitoid diperkebunan sehingga pengendalian hayati menjadi lebih efektif (Basri et al., 1999; Desmier de Chenon et al., 2002; Tuck et al., 2003; Kamarudin & Basri, 2010). Teh (1996), Basri et al. (1999) dan Ho & Teh (1999) telah menguji beberapa jenis tanaman yang memiliki

potensi untuk menarik parasitoid. Terdapat 10 famili dan 16 spesies tanaman yang dapat menarik parasitoid pada perkebunan.

Keanekaragaman serangga berkaitan dengan banyaknya bunga yang dihasilkan oleh *Insectary plant*. Salah satu ketertarikan serangga pada *Insectary plant* adalah kandungan nektar. Selain nektar, serbuk sari juga merupakan faktor penarik bagi serangga penyerbuk. Menurut Dudareva dan Pichersky (2006) konsentrasi gula dalam nektar tumbuhan hutan tropis antara 5 - 80%. Untuk *Insectary plant* yang diserbuki kupu-kupu konsentrasi gula dalam nektarnya mencapai 29%, sementara yang diserbuk ngengat dan lebah masing-masing sekitar 41% dan 30%. Biasanya kadar gula dalam nektar pada suatu tanaman relatif rendah saat pagi hari dan meningkat pada saat siang hingga sore hari disebabkan karena penguapan kandungan air dalam nektar oleh sinar matahari. Menurut Dudareva & Pichersky (2006), volume nektar pada *Insectary plant* tinggi dipagi hari dan terus menurun hingga sore hari sehingga berpengaruh terhadap kunjungan serangga terhadap tanaman.

Insectary plant adalah tanaman yang dimanfaatkan untuk menarik serangga. Tanaman tersebut menyediakan nektar dan serbuk sari untuk serangga sebagai kelangsungan hidup dan perkembangan serangga (Hogg et al., 2011). *Insectary plant* merupakan cara dalam pengendalian hama serangga sebagai penerapan trap cropping system. Trap crop mampu menarik hama dibandingkan tanaman utama, hal ini untuk menjaga kerusakan pada tanaman utama. Trap crop dapat dilakukan

dengan menanam disekitar atau mengelilingi tanaman utama, penerapan cara ini merupakan pengendalian hama secara biologi dan ekologi dari target hama spesifik (Linker et al., 2009).

Terdapat dua cara yang dapat digunakan dalam trap crop, yaitu: 1). Dapat menggunakan tanaman yang sama antara tanaman utama (main crop) dan tanaman perangkap (trap crop). Trap crop yang ditanam lebih dahulu daripada main crop dibagian tepinya untuk menjaga produksi main crop dari serangga; 2). Main crop dan trap crop berbeda spesies. Beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai trap crop diantaranya tanaman gandum, tanaman kacang hijau, bunga matahari dan sorghum (Majumdar, 2010). Beberapa pertanian yang menerapkan trap crop telah diteliti mampu menekan dan mengurangi kerusakan tanaman utama oleh hama, seperti pada penelitian Mizell et al. (2008) menggunakan trap crop untuk mengurangi kerusakan pada kedelai dari hama kutu.

Perimeter trap crop system adalah menanam tanaman trap crop dengan melingkari tanaman utama seperti sebuah dinding. Perimeter trap cropping system berguna sebagai pelindung dari serangan hama yang mungkin datang dari beberapa atau arah yang tidak diketahui. Untuk menanam dalam model Perimeter trap crop system, tanaman attraktan tidak boleh memiliki lubang sehingga barrier yang dihasilkan sempurna dan hama tidak dapat masuk ke tanaman inti.

B. Hubungan Serangga dengan Tanaman Kakao

Serangga berasosiasi dengan tanaman kakao karena tersedianya sumber pakan dan habitat. Entwistle (1972) menjelaskan terdapat 1500 spesies serangga yang berasosiasi dengan tanaman kakao termasuk serangga penyerbuk yang dapat membantu penyerbukan silang dan meningkatkan hasil buah dan biji. Serbuk sari kakao yang dibawa oleh serangga penyerbuk ke stigma akan meningkatkan persentasi keberhasilan dalam terbentuknya buah sebesar 74%. Hal ini menyebabkan tanaman kakao memiliki daya tarik sehingga serangga akan mengunjungi kakao karena tertarik oleh bau dan warna pada bunga kakao untuk mendapatkan makanan.

Hubungan serangga dengan tanaman kakao juga merupakan hubungan timbal balik yang masing-masing memperoleh keuntungan. Tinggi rendahnya populasi serangga menunjukkan bahwa terjadi hubungan erat dengan ketersediaan sumber makanan yang baik (Yatno, 2013). Hadi et al., (2009) menjelaskan 50% dari serangga adalah pemakan tanaman atau fitofagus yang dapat merugikan tanaman dan pemakan serangga dari sisa-sisa tanaman atau hewan lain. Serangga yang bertindak sebagai pemakan tanaman perlu ruang sebagai tempat hidup atau tempat berlindung, berkembang biak atau mengambil makanan. Bagian-bagian yang disediakan tanaman adalah daun, tangkai, batang, bunga, buah, madu, dan cairan tanaman. Beberapa bagian ini akan digunakan untuk tempat berlindung atau berkembang biak dan

serangga juga mempunyai alat indra yang tajam untuk menentukan tanaman inang

C. Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tumbuhan yang berbentuk pohon hidup di daerah sub tropis dan berasal dari Amerika Selatan. Di alam aslinya kakao tumbuh mencapai tinggi 10 m, namun pada budidaya, tinggi tanaman dibuat tidak lebih dari 5 m. Hal ini dilakukan untuk memperbanyak cabang produktif. Dari biji tumbuhan kakao ini dihasilkan produk olahan yang dikenal sebagai coklat. Sistematika tanaman kakao terdiri dari, Divisi: Spermatophyta, Sub divisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledoneae, Sub kelas: Dialypetaleae, Bangsa: Malvales, Marga: *Theobroma*, dan Jenis: *Theobroma cacao* L. Tanaman kakao termasuk golongan tanaman tahunan (*perennial*) dan merupakan tanaman dikotil, mempunyai 10 pasang kromosom. Ukuran genom kakao diperkirakan antara 388 Mb - 430 Mb. *Theobroma cacao* dibagi dalam dua subjenis, yaitu *T. cacao* dan *T. sphaerocarpum* (Siregar et al., 2007).

Tanaman kakao merupakan tanaman menyerbuk silang (*cross pollination*) sehingga terdapat keragaman di antara genotipe, baik keragaman morfologi seperti bentuk buah, warna buah, besar biji, maupun keragaman dalam tingkat ketahanannya terhadap hama dan penyakit. Keberhasilan suatu program pemuliaan sangat ditentukan oleh seberapa besar keragaman genetik yang terdapat dalam sumber genetik yang digunakan. Semakin tinggi keragaman genetik semakin tinggi pula

peluang untuk mendapatkan sumber gen bagi karakter yang akan diperbaiki (Siregar et al., 2007).

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tumbuhan yang berbentuk pohon hidup di daerah sub tropis dan berasal dari Amerika Selatan. Di alam aslinya kakao tumbuh mencapai tinggi 10 m, namun pada budidaya, tinggi tanaman dibuat tidak lebih dari 5 m. Hal ini dilakukan untuk memperbanyak cabang produktif. Dari biji tumbuhan kakao ini dihasilkan produk olahan yang dikenal sebagai coklat. (Siregar et al., 2007).

D. Klon Sulawesi 2 (S-2)

Klon S-2 berasal dari Sulawesi, klon ini memiliki potensi produksi 1,8-2,75 ton/ha/tahun, klon ini cukup toleran terhadap serangan hama penggerek buah kakao, agak tahan terhadap penyakit VSD dan *Oncobasidium theobromae* dengan deskripsi morfologi: habitus tajuk sedang, percabangan semi intensif, laju pertunasan cepat, sifat



Gambar 2. Kakao Klon S-2

percabangan tegak, bentuk daun obovate berukuran besar, daun muda berwarna coklat kemerahan dan daun tua hijau, permukaan bergelombang dengan tulang-tulang daun tampak jelas, warna tangkai bunga merah muda, menyerbuk sendiri dan mampu menyerbuk silang, bentuk buah elips dengan panjang 17,4 cm, lilit 22,5 cm,

tebal kulit 12,5 mm, jumlah buah perpohon 39,7, warna buah muda merah tua yang terlihat kusam dan buah masak berwarna orange, bentuk biji ellips, berat 1 biji kering 1 gr dan jumlah biji/tongkol 37 (Apriana, 2018). Klon ini telah dilepas dan terdaftar dengan keputusan Menteri Pertanian RI Nomor 1695/Kpts/SR.120/12/2008 tentang pelepasan kakao Klon Sulawesi 2 sebagai varietas unggul (Prawoto & Martini, 2014).

E. Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)

Bunga matahari termasuk tanaman famili *Compositae*. Dari 67 spesies yang diketahui hanya 17 spesies yang telah dibudidayakan terutama sebagai tanaman hias. Selain populer sebagai tanaman hias, tanaman ini juga termasuk salah satu tanaman industri penting penghasil minyak nabati di dunia. Pemuliaan tanaman bunga matahari ditujukan untuk meningkatkan kandungan minyak, mengurangi tinggi tanaman dan menemukan resistensi terhadap hama dan penyakit (Desai et al., 1997).

Bunga matahari merupakan tanaman yang dapat menyerbuk sendiri dan juga menyerbuk silang, persentase penyerbukan silangnya



Gambar 3. *H. annuus* L.

mencapai 17 - 62% yang tergantung dari aktivitas serangga, sehingga untuk tujuan sertifikasi benih diperlukan isolasi jarak sejauh 500 - 1000 m dari pertanaman bunga matahari lain (Desai et al., 1997). Menurut Satyanaraya dan Setharam (1982) bunga matahari

bersifat *protandus*, yaitu benang sari masak terlebih dahulu sebelum putiknya sehingga pembentukan benihnya dengan cara penyilangan antar tanaman dengan bantuan serangga penyerbuk.

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tumbuhan dari suku kenikir-kenikiran (*Asteraceae*) yang dikenal sebagai tanaman penghasil biji kuaci. Ciri-ciri dari bunga ini adalah kelopak bunganya yang berwarna kuning terang, daun lebar, memiliki tangkai panjang, batang dan daun berbulu, serta panjang daun yang berkisar antara 10 cm - 30 cm dan lebar 5 cm - 20 cm. Bunga Matahari juga memiliki perilaku khas, yaitu bunganya selalu menghadap/condong ke arah matahari atau heliotropisme pada siang hari dan pada malam hari, bunga ini akan tertunduk ke bawah. Selain sebagai tanaman hias dan tanaman penghasil biji kuaci dan minyak nabati, bunga ini juga dimanfaatkan sebagai tanaman refugia yang ditanam disekitar lahan persawahan atau perkebunan (Hemadiandari & Suprami, 2020).

Tanaman bunga matahari sangat cocok dimanfaatkan sebagai tanaman refugia, karena bila dilihat dari bentuk dan ukuran daun yang lebar, batang dan tangkai yang panjang dan kokoh serta berbulu sangat sesuai sebagai tempat berlindung atau tempat tinggal sementara musuh alami. Bunga yang berwarna kuning terang serta menghasilkan nektar dapat menarik beragam spesies serangga penyerbuk atau polinator (Hemadiandari & Suprami, 2020).

F. Bunga Tahi Ayam (*Tagetes erecta* L.)

Tanaman tahi ayam secara ilmiah bernama *Tagetes erecta* L., seringkali disebut dengan nama bunga tahi kotok, kenikir, randa kencana dan ades (Indonesia), tahi kotok (Sunda), amarello (Filipina), African Marigold, Astec Marigold, American Marigold, Big Marigold (Inggris). Tanaman ini berasal dari Meksiko dan Amerika Tengah seringkali dijuluki dengan sebutan African Marigold. *Tagetes erecta* L. termasuk kedalam keluarga *Compositae* (*Asteraceae*) dan mempunyai 59 spesies. Secara komersial sebagai bunga potong, karena mempunyai bentuk bunga yang unik dan warnanya yang mencolok.

Bunga ini djuluki sebagai bunga tahi kotok karena aroma tidak sedap yang dimilikinya. Bunga tahi kotok adalah bunga dari daerah tropis yang sangat gampang hidupnya. Tanaman ini menyukai tempat-tempat yang terkena sinar matahari dan lembab. Bunga ini tidak memerlukan perawatan khusus, karena tanaman ini kuat terhadap penyakit dan cuaca.



Gambar 4. *Tagetes erecta* L.

Dikarenakan bunganya yang berwarna mencolok, banyak orang yang menanamnya sebagai penghias pekarangan rumah juga biasanya dijadikan tumbuhan pembatas antara halaman rumah dan jalanan (Anonim, 2013).

Masyarakat Indonesia menggunakan bunga tahi kotok sebagai obat infeksi saluran pernafasan, anti radang, mengencerkan dahak, mengatasi batuk dan obat untuk luka, sedangkan di Filipina bunga tahi ayam digunakan untuk pengobatan anemia, menstruasi yang tidak lancar, rematik dan sakit pada tulang. Banyak Negara yang masyarakatnya menggunakan bunga *Tagetes* untuk penyakit mata dan sedatif. Menurut Dalimartha, 2003; Zen et al., 2020 menyatakan bahwa bunga *Tagetes* mengandung Tagetiin 0,1%, Terthienyl, Helenian 0,74%, flavoxanthin yang berfungsi membasmi jentik nyamuk dengan cara menghambat kerja enzim yang ada dalam tubuh larva nyamuk. Dibidang pertanian Tahi kotok digunakan sebagai insektisida nabati dan kerap ditanam sebagai refugia dan berdampingan dengan tanaman sayur untuk menolak serangan hama (repellent). Zat lain dalam Tahi Kotok pun mampu digunakan sebagai herbisida dan anti jamur. Minyak atsiri dari bunga *tagetes* efektif menghambat pertumbuhan bakteri, antijamur pada *saprolegnia*, *ferax* serta sebagai larvasida pada *culex quinquefasciatus*, dan *Aedes aegypti* (Anonim, 2010)

G. Bunga Kertas (*Zinnia elegans* Jaqc.)

Zinnia anggun atau di Indonesis dikenal dengan nama bunga Kertas (*Zinnia elegans* Jaqc.) adalah salah satu tumbuhan berbunga semusim paling terkenal dari genus *Zinnia*. Tanaman ini berasal dari Meksiko, namun tumbuh sebagai tanaman hias di banyak tempat dan

menyebarkan di beberapa tempat, termasuk di Amerika Tengah dan Selatan, Hindia Barat, Amerika Serikat, Australia dan Italia (Anonim, 2021)

Bunga *Zinnia elegans* ini mempunyai diameter bunga mencapai 10 cm. Bentuk bunga terdiri dari disk dan petal yang mana bagian disk terletak di bagian tengah dengan warna kuning jingga atau ungu kecoklatan. Sementara bagian petal terletak di bagian disk yang tersusun menyebar dengan jumlah mulai dari 8 - 20 dan jumlah tersebut bisa mencapai dua kali hingga tiga kali lipatnya pada tanaman hasil kultivar. Warna pada petal beraneka macam mulai dari putih, kuning, merah,



Gambar 5. *Z. elegans* Jaqc.

jingga, pink, ungu, ungu kemerahan, namun di alam sering dijumpai dengan warna merah. Bentuk kembang kertas sendiri terdiri dari bentuk tunggal, tumpuk, dan pompom yang didasarkan atas lapisan petal pada bagian disk bunga (Anonim, 2021).

Zinnia Elegans mampu tumbuh di daerah tropis dan subtropis dengan ketinggian hingga 1.800 m. *Zinnia* tumbuh dengan mudah dan lebih menyukai tanah geluh, merupakan tanah dengan komposisi pasir, debu, dan lempung dalam jumlah yang relatif seimbang. Tanaman *Zinnia* tumbuh liar di alam, tumbuh setinggi 30 inci (76 cm) dengan ukuran kepala bunga sekitar 2 inci (5 cm). Tanaman ini menyukai tempat-tempat terbuka yg terkena cahaya matahari serta tumbuh dengan baik di daerah

yang kering, hangat dan bebas musim dingin, serta banyak di antaranya memiliki toleran terhadap kekeringan (Anonim, 2021).

Tanaman bunga kertas (*Zinnia elegans*) selain digunakan sebagai tanaman hias, tanaman bunga kertas juga berpotensi untuk digunakan sebagai refugia karena tanaman bunga kertas mempunyai banyak keunggulan, yaitu mudah ditanam, memiliki warna yang beragam, bibit yang mudah diperoleh, regenerasi pada tanaman tergolong cepat dan kontinu. Tanaman bunga kertas ini merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat menyediakan tempat perlindungan, sumber pakan dan juga sumberdaya lain bagi musuh alami dari jenis predator maupun parasitoid, sehingga dapat dijadikan sebagai refugia (Pratiwi, 2019; Yahya, 2020).

Menurut Novrianti (2017); Yahya (2020) refugia (*Z. elegans*) dapat menarik serangga musuh alami lebih banyak karena warna dari bunga kertas ini sangat beragam ada yang berwarna merah, merah muda, putih, biru dan orange. Refugia bunga kertas yang beraneka warna dan beragam membuat serangga yang mendatangi juga semakin banyak. Selain itu, tanaman bunga kertas (*Z. elegans*) mengandung senyawa aktif flavonoids, glycosides, tannins, anthocyanins, saponins dan phenols (Mohammed et al., 2015). Tanaman refugia ini peranannya sebagai repellent dan mask (penghalau), kamuflase dan barrier fisik, dan pengendalian hayati (Letourneau & Miguel, 2003). Penelitian Sitepu (2018) dapat dilihat peran tanaman refugia terhadap kehadiran jenis parasitoid yang ditemukan pada setiap perlakuan. Perlakuan R0 (kontrol),

R2 (refugia berbunga kuning) bunga *M. paludosum*, dan R3 (refugia berbunga merah) bunga *Z. elegans* ditemukan 2 jenis parasitoid *T. schoenobii* dan *T. rowani*. Perlakuan R1 (refugia berbunga putih) bunga *T. subulata* dan perlakuan R4 (campuran 3 bunga) ditemukan 3 jenis parasitoid *T. schoenobii*, *T. rowani* dan *T. japonicum*.

H. Bunga Kenop (*Gomphrena globosa* L.)

Bunga kenop ini memiliki akar jenis tunggang, batang tanaman ini tebal, lunak dan bercabang, daun tanaman ini adalah daun tunggal, daunnya tipis seperti kertas dengan bentuk panjang melingkar sampai elips, bunga kenop merupakan tanaman berkelamin dua, buahnya ada yang berbentuk kotak dan segitiga, sedangkan bijinya berbentuk seperti ginjal (Anonim, 2022)

Bunga kenop merupakan tanaman yang termasuk ke dalam famili *Amaranthaceae* dengan nama latin *Gomphrena globosa* L. Tanaman ini biasa ditanam di pekarangan rumah ataupun di tepi ladang. selain sebagai tanaman hias, tanaman ini juga dapat dimanfaatkan sebagai minuman



Gambar 6. *G.globosa* L.

dan dapat menyembuhkan berbagai penyakit (Anonim, 2022). Selain dapat dijadikan sebagai obat, bunga Kenop juga berfungsi sebagai tumbuhan Refugia yang dapat mengundang dan menyediakan musuh alami seperti predator dan parasitoid sebagai

mikrohabitanya dengan harapan dapat mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) secara alami.

Fungsi tanaman refugia sebagai mikrohabitat diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam usaha konservasi musuh alami (Sari & Yanuwadi, 2014; Nasution, 2022). Tumbuhan liar yang tumbuh di sekitar pertanaman tidak hanya berfungsi sebagai tempat berlindung (shelter) dan pengungsian musuh alami ketika kondisi lingkungan tidak sesuai tetapi juga menyediakan inang alternatif dan makanan tambahan bagi imago parasitoid seperti tepung sari dan nektar (Masfiah et al., 2014; Nasution, 2022).

I. Jengger Ayam (*Celosia argentea var. cristata*)

Celosia argentea var. cristata (atau Jengger ayam) adalah basionim dari *Celosia cristata*, yaitu terna semusim, tumbuh tegak, tinggi



Gambar 7. *C. argentea v. cristata*

hingga 90 cm, biasanya ditanam di taman-taman dan halaman, batangnya tebal dan kuat berdaun tunggal yang tumbuh berseling, dan berbentuk memanjang dengan ujung meruncing bunganya berbentuk bulir, tebal mendaging, bagian atas melebar seperti jengger ayam jango, warnanya ada yang ungu, merah, atau kuning (Anonim, 2010).

Tanaman ini kuat dan dapat tumbuh dengan mudah dari biji. Karena tanaman ini berasal dari daerah tropis, sehingga tumbuh subur di

daerah dengan iklim tropis, namun juga dapat tumbuh di bulan-bulan musim panas di iklim yang lebih dingin. Tanaman tersebut adalah tanaman tahunan, hanya tumbuh sekitar seperempat tahun. Suhu tanah sekitar 16 °C (60 °F) sangat ideal untuk pertumbuhan. Tumbuhan ini menyukai tanah yang sehat, kaya akan bahan organik dan sinar matahari penuh atau paparan sebagian teduh (Anonim, 2010)

Tanaman semusim ini tumbuh tegak dengan tinggi antara 60 cm - 90 cm, pada umumnya tidak tumbuh liar melainkan di taman-taman atau halaman rumah sebagai tanaman hias dan tempat-tempat lain hingga ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Batangnya tebal dan kuat dengan daun tunggal, tumbuh berseling, berbentuk bulat telur sampai memanjang dengan panjang 5 cm - 12 cm dan lebar 3,5 cm - 6,5 cm berujung runcing, bertepi rata dan berwarna hijau dengan sedikit garis merah di tengah-tengah daun (Anonim, 2010).

Jengger ayam memiliki rasa manis dan sejuk dan dapat digunakan untuk anti radang, menghentikan keputihan dan menerangkan penglihatan. Tanaman ini dapat menghentikan perdarahan, seperti pada batuk darah, muntah darah, mimisan, dan wasir berdarah (Anonim, 2010). Selain sebagai tanaman hias dan obat, tanaman tersebut juga memiliki peran dibidang pertanian khususnya dalam Penanganan organisme pengganggu tanaman (OPT), yaitu sebagai tanaman refugia karena memiliki warna yang beragam dan bunga mengandung minyak lemak, kaempferitrin, amaranthin, pinitol, sedangkan pada daun terdapat saponin,

flavonoida, dan polifenol. Hal ini sesuai dengan literatur Mohammed et al., 2015; Sitepu, 2021 yang menyatakan bahwa tanaman dengan kandungan volatil yang tinggi mampu merusak nafsu makan hama pada tanaman, distribusi dan siklus reproduksinya, sehingga dapat menurunkan populasi hama.

Tanaman refugia adalah tanaman yang tumbuh di sekitar tanaman yang dibudidayakan, yang berpotensi sebagai tempat perlindungan dan sumber pakan bagi serangga musuh alami (baik predator atau pemangsa maupun parasitoid). Hal tersebut dilakukan agar pelestarian musuh alami tercipta dengan baik. Prinsip tanaman untuk refugia adalah tanaman tersebut dapat menarik dan menjadi tempat hidup serta sumber kehidupan bagi serangga musuh alami dari hama (Distan Mojekerto, 2015)

Potensi musuh alami untuk mengendalikan hama tanaman dalam suatu agroekosistem dapat ditingkatkan dengan cara memanipulasi habitat. Manipulasi habitat dapat dilakukan dengan menanam tumbuhan berbunga (*insectary plant*) yang berfungsi sebagai sumber pakan, inang mangsa alternatif, dan refugia bagi musuh alami (Distan Mojekerto, 2015).

J. Serangga Berguna

Sebagai bagian dari komunitas, setiap komunitas serangga termasuk serangga hama dapat diserang atau menyerang organisme lain. Bagi serangga yang diserang organisme penyerang disebut Musuh Alami. Secara ekologi istilah tersebut kurang tepat karena adanya musuh alami tidak tentu merugikan kehidupan serangga terserang. Hampir semua

kelompok organisme berfungsi sebagai musuh alami serangga hama termasuk kelompok vertebrata, nematoda, jasad renik, invertebrata diluar serangga.

Dilihat dari fungsinya musuh alami dapat dikelompokkan menjadi, Parasitoid, Predator dan Patogen. Guna mempertahankan ekosistem persawahan/perkebunan yang stabil maka konsep pengendalian hama terpadu (PHT) dapat diterapkan. PHT mendapatkan efisiensi pengendalian yaitu mengurangi insektisida dan memanfaatkan metode non kimia. Di perkebunan, musuh alami jelas berfungsi, sehingga akan terjadi keseimbangan biologis (Setiawati & Baehaki, 1991). Keseimbangan biologis ini kadang-kadang tercapai, tetapi bisa juga sebaliknya. Hal ini disebabkan karena faktor lain yang mempengaruhi, yaitu perlakuan agronomis dan penggunaan insektisida (Wuriyanto & Tjahyaningrum, 2016).

Salah satu komponen PHT adalah pengendalian dengan menggunakan musuh alami. Teori mendasar dalam pengelolaan hama adalah mempertimbangkan komponen musuh alami dalam strategi pemanfaatan dan pengembangannya. Taktik pengelolaan hama melibatkan musuh alami untuk mendapatkan penurunan status hama disebut pengendalian hayati (Pedigo, 1999). Pemanfaatan musuh alami tidak menimbulkan pencemaran, dari segi ekologi tetap lestari dan untuk jangka panjang relatif murah.

Pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami atau secara biologis adalah kerja dari faktor biotis seperti parasitoid, predator dan patogen terhadap mangsa atau inang, sehingga menghasilkan suatu keseimbangan umum yang lebih rendah daripada keadaan yang ditunjukkan apabila faktor tersebut tidak ada atau tidak bekerja. Keberadaan musuh alami hama sangat penting dalam menentukan populasi hama tersebut. Parasitoid dan predator mampu menurunkan padat populasi hama, sedangkan infeksi JPS (Jamur, pathogen dan serangga) dapat mematikan dan mempengaruhi perkembangan hama, menurunkan kemampuan reproduksi, serta menurunkan ketahanan hama terhadap predator, parasitoid, dan patogen lainnya (Wardojo, 1986).

Selain musuh alami, serangga berguna lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman kakao adalah serangga polinator. Hampir 90 % dari 250.000 tumbuhan berbunga penyerbukannya atau reproduksi seksualnya bergantung atau dibantu oleh hewan terutama serangga (Kearns et al., 1998; Widhiono, 2015). Serangga polinator membantu mentransfer tepungsari dari anther ke stigma yang menyebabkan terjadinya pembuahan. Hubungan tersebut sangat penting bagi kehidupan manusia melalui dua mekanisme, yaitu penyedia bahan makanan dan keberlanjutan keragaman hayati tumbuhan. Sebagian besar tanaman pertanian sangat bergantung pada kehadiran serangga polinator sehingga 35% sumber pangan dunia berasal dari proses penyerbukan oleh serangga (Klein et al., 2007; Widhiono, 2015).

1. Predator

Predator adalah organisme yang hidup bebas yang memangsa organisme lainnya. Predator dapat menyerang dari mulai fase immature (pra dewasa) sampai dengan fase dewasa dari serangga mangsa, dan untuk mencapai fase dewasa, predator membutuhkan lebih dari satu individu inang. Menurut Jumar (2000), hampir semua ordo serangga memiliki jenis yang menjadi predator, tetapi selama ini ada beberapa ordo yang anggotanya merupakan predator yang digunakan dalam pengendalian hayati. Ordo-ordo tersebut adalah *Coleoptera*, *Orthoptera*, *Diptera*, *Ordonata*, *Hemiptera*, *Neuroptera* dan *Hymenoptera*.

2. Parasitoid

Merupakan serangga yang memarasit serangga atau binatang antropoda lainnya. Parasitoid bersifat parasit pada fase pradewasa, sedangkan dewasanya hidup bebas dan tidak terikat pada inangnya. Parasitoid hidup menumpang di luar atau didalam tubuh inangnya dengan cara menghisap cairan tubuh inangnya guna memenuhi kebutuhan hidupnya. Umumnya parasitoid menyebabkan kematian pada inangnya secara perlahan-lahan dan parasitoid dapat menyerang setiap fase hidup serangga, meskipun serangga dewasa jarang terparasit.

Parasitoid menyedot energi dan memakan selagi inangnya masih hidup dan membunuh atau melumpuhkan inangnya untuk kepentingan keturunannya. Kebanyakan parasitoid bersifat monofag (memiliki inang spesifik), tetapi ada juga yang oligofag (inang tertentu). Selain itu

parasitoid memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dari inangnya. Fenomena parasitoid yang menyerang parasitoid lainya dan memanfaatkan sebagai inang disebut *hiperparasitasi*, dan parasitoidnya dinamakan *hiperparasitoid*. Parasitoid yang menyerang inang utama disebut sebagai parasitoid primer, parasitoid sekunder adalah parasitoid yang menyerang parasitoid primer, dan seterusnya parasitoid tersier, kuartar dan sebagainya (Wuriyanto & Tjahyaningrum, 2016).

Parasitoid menghabiskan sebagian besar riwayat hidupnya dengan bergantung pada organisme inang tunggal yang akhirnya membunuh (dan sering mengambil makanan) dalam proses itu. Kemudian parasitoid mirip dengan parasit khusus kecuali dalam nasib inang tertentu. Dalam hubungan parasit khusus, parasit dan inang hidup berdampingan tanpa kerusakan mematikan pada inang. Khususnya, parasit mengambil cukup bahan makanan untuk tumbuh tanpa mencegah inang berkembang biak. Dalam hubungan parasitoid, inang dibunuh, normalnya sebelum melahirkan keturunan, bila diperlakukan sebagai bentuk parasitisme istilah nekrotrof tersebut kadang-kadang digunakan, meskipun jarang.

Jenis hubungan ini nampaknya hanya terjadi pada organisme yang memiliki tingkat reproduksi yang cepat, seperti serangga, atau tungau (jarang). Parasitoid juga sering berkembang bersama dengan inangnya. Banyak biolog yang menggunakan istilah parasitoid untuk hanya merujuk pada serangga dengan jenis riwayat hidup seperti ini, namun beberapa orang berpendapat istilah ini mesti digunakan lebih luas untuk mencakup

nematoda parasit, kumbang penggerek benih, bakteri dan virus tertentu (bakteriofag) yang semuanya harus menghancurkan inangnya (Wuriyanto & Tjahyaningrum, 2016).

3. Serangga Penyerbuk (Polinator)

Penyerbukan adalah proses perpindahan tepungsari (pollen) dari anther ke pistil atau stigma sebagai proses perkawinan (fertilisasi) untuk menghasilkan biji sebagai alat perkembangbiakan tumbuhan. Pembentukan biji selalu melalui proses pembentukan buah yang dimanfaatkan oleh manusia maupun hewan, sehingga proses penyerbukan merupakan proses yang sangat penting bukan hanya bagi tumbuhan itu sendiri tetapi juga bagi makhluk hidup lainnya. Karena tumbuhan tidak dapat bergerak melakukan perkawinan untuk melaksanakan reproduksi seksual maka tumbuhan membutuhkan sarana bantuan dari luar untuk membantu proses pemindahan tepungsari dari organ kelamin jantan ke stigma sebagai organ kelamin betina (Widhiono, 2015). Agen penyerbuk terdiri atas abiotik dan biotik. Agen penyerbuk abiotik dilakukan oleh angin dan air, sedangkan agen penyerbuk biotik dilakukan oleh hewan. Hewan yang berperan sebagai agen penyerbuk diantaranya adalah burung, kelelawar, mamalia, dan serangga.

Ketertarikan serangga penyerbuk terhadap bunga tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain ukuran bunga, warna bunga dan jumlah bunga (Asikainen & Mutikainen, 2005). Pada tanaman yang penyerbukannya dilakukan dengan bantuan serangga, bunga dikelilingi

oleh corolla yang warna, bentuk dan susunannya berbeda antar spesies, yang ditujukan untuk menarik serangga penyerbuk (Menzel dan Shmida, 1993). Selain itu ketertarikan serangga terhadap bunga juga dipengaruhi oleh ketersediaan nektar dan tepung sari serta kondisi bunga untuk serangga penyerbuk (Winfrey et al., 2008). Ketersediaan tepung sari dan nektar merupakan daya tarik yang sangat penting karena pada dasarnya serangga mengunjungi bunga untuk mendapatkan sumber pakan (Faheem et al., 2004). Bunga menyediakan pakan bagi serangga berupa tepung sari dan nektar yang berada dekat dengan organ seksual.

Serangga penyerbuk beradaptasi terhadap sumber pakan pada bunga melalui evolusi dan pengalaman sepanjang hidupnya. Salah satu yang berkembang dengan baik adalah kemampuan serangga mengenal warna bunga sehingga mampu mengenal lokasi dan membedakan antar bunga (Kevan & Phillips, 2001). Namun demikian untuk mengunjungi bunga serangga pertama kali tertarik terhadap warna bunga (Campbell et al., 2010).

Kebanyakan spesies tumbuhan diserbuki oleh berbagai spesies serangga. Hubungan antara type serangga dengan variasi ciri-ciri bunga kemungkinan merupakan gambaran potensi yang sangat penting yang menjelaskan bagaimana serangga dapat memilih suatu bunga.. Hubungan ini menjadi sangat penting karena kebanyakan serangga penyerbuk mempunyai variasi kelimpahan antar waktu dan tempat sehingga mempengaruhi efektivitas penyerbukannya (Widhiono, 2015). Terdapat

beberapa faktor yang mempengaruhi kekayaan dan kelimpahan serangga polinator pada suatu habitat baik faktor biotik maupun faktor abiotik. Kehadiran serangga polinator pada suatu habitat ditentukan oleh ketersediaan pakan pada habitat tersebut dan faktor abiotik lingkungan seperti penyinaran matahari dan suhu dapat mempengaruhi kehadiran populasi (Seragih, 2008).

Serangga yang berkunjung pada bunga (*Anthophylous*) terdiri dari kelompok kumbang (*Coleoptera*), lalat (*Diptera*), tabuhan, lebah, dan semut (*Hymenoptera*), thrips (*Thysanoptera*) dan ngengat, kupu-kupu (*Lepidoptera*). Diantara kelompok serangga tersebut, lebah merupakan kelompok polinator yang paling penting karena kemampuannya dalam mengumpulkan polen dan nektar dalam jumlah yang banyak untuk dikonsumsi bersama dalam koloninya. Diperkirakan lebah sebagai polinator berjumlah sekitar 20.000 spesies. (Gulland & Cranston, 2000).

Tanaman juga berkompetisi untuk mendapatkan kunjungan serangga penyerbuk melalui perbedaan bentuk dan phenologi bunga (Brown et al., 2002), sehingga bunga setiap spesies tanaman pada suatu komunitas mempunyai masa pembungaan yang saling bergantian. Kondisi demikian menyebabkan keberlanjutan keberadaan serangga penyerbuk yang bersifat generalis pada lahan pertanian dengan beragam jenis tanaman (Gross et al., 2000) serta terjaminnya proses penyerbukan oleh serangga pada lahan tersebut. Karena sebagian besar serangga penyerbuk terutama dari ordo *Hymenoptera* bersifat generalis atau

mengunjungi banyak bunga dan tidak bergantung pada satu jenis bunga tanaman (Fontaine et al., 2009).

K. Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen)

Penggerek Buah Kakao merupakan hama utama pada tanaman kakao, yang hidupnya bergantung pada ketersediaan buah. Hama ini bersifat homodinamik dan endemik. Para ahli entomologi melaporkan bahwa PBK berasal dari spesies yang sama dengan spesies yang menyerang buah rambutan tetapi biotipenya berbeda. Biotipe tersebut beradaptasi pada buah kakao, selanjutnya memencar dan hidup pada suatu daerah. Penyebaran PBK sejalan dengan adanya perluasan areal tanaman kakao dan introduksi bahan tanaman kakao (buah dan bibit) dari daerah sumber hama PBK (Depparaba, 2002).

Di Sulawesi Selatan, hama ini mulai ditemukan pertama kali pada tahun 1860. Hama ini ditemukan kembali pada tahun 1995 di kabupaten Luwu dengan luas serangan 60 ha, kemudian kabupaten Mamuju 35,50 ha, menyusul Kabupaten Pinrang dan Kabupaten Wajo. Sampai dengan tahun 2003, hama PBK telah menyerang 217.033 ha atau 70 % dari 296.036 ha areal pertanaman kakao di Sulawesi Selatan (Mustafa, 2005). Pengendalian terhadap hama ini menemui kendala karena pada fase larva, hama ini berada dalam buah dan ukurannya sangat kecil. Disamping itu fase pupa mempunyai membran yang tebal dan telurnya bersifat elastis, sedangkan imagonya mempunyai waktu hidup yang pendek.

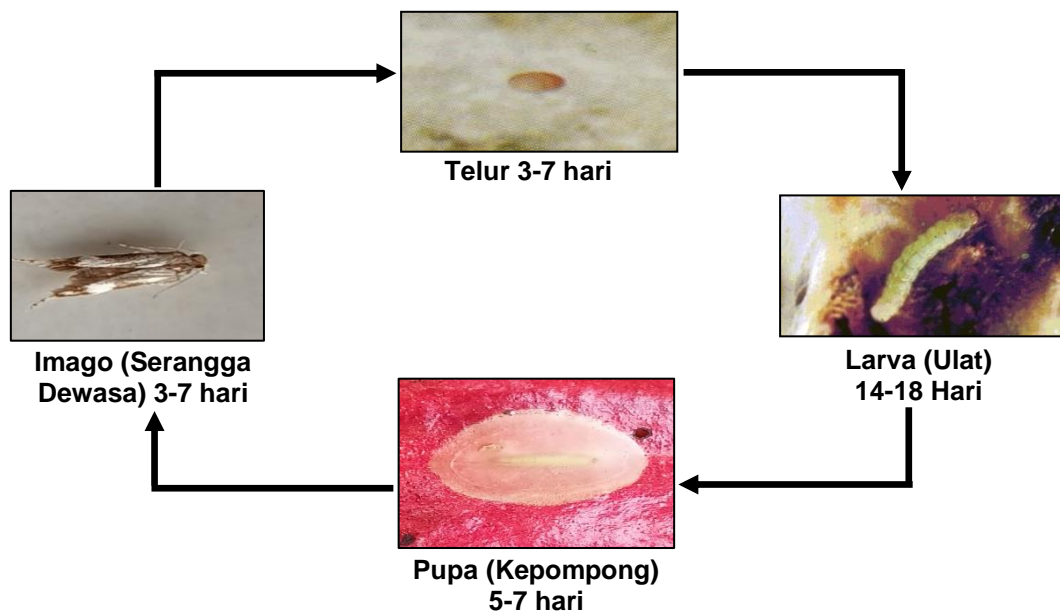
Penggerek Buah Kakao dapat menimbulkan kehilangan hasil hingga 80%. Buah kakao terserang dengan gejala belang kuning hijau atau kuning jingga dan terdapat lubang gerakan bekas keluar larva. Pada saat buah dibelah biji-biji saling melekat dan berwarna kehitaman, biji tidak berkembang dan ukurannya menjadi lebih kecil (Balai Besar Pelatihan Pertanian, 2013).

Penggerek buah kakao umumnya menyerang buah yang masih muda dengan panjang sekitar 8 cm. stadium yang menimbulkan kerusakan adalah stadium larva, yang memakan daging buah dan saluran makan yang menuju ke biji, akan tetapi tidak menyerang biji. Gejala serangan baru tampak dari luar saat buah masak berupa kulit buah berwarna pudar dan timbul belang berwarna jingga serta jika dikocok tidak berbunyi. Kebiasaan hama PBK yang berada dalam plasenta buah menyebabkan pengendalian hama menjadi lebih sulit karena di samping sulit mengidentifikasi adanya gejala kerusakan buah sejak dini, juga larva akan selalu terlindung dari cara pengendalian apapun yang dilakukan (Dinata et al., 2012).

Serangan hama PBK pada buah kakao akan menyebabkan biji gagal berkembang, biji saling melekat, serta bentuknya kecil dan keriput. Hal ini menjadi permasalahan dalam pengelolaan pasca panen serta menurunkan kualitas dan kuantitas biji kakao yang dihasilkan. Biji kakao yang lengket membuat proses pemecahan buah menjadi lebih susah dan lambat dibandingkan dengan buah yang tidak terserang PBK. Biji yang

terserang tidak dapat difermentasi karena biasanya buah yang terserang selain rusak, kematangan buah juga tidak sempurna dan apabila tetap difermentasi biji akan busuk karena adanya infeksi sekunder pada biji (Dinata et al., 2012).

a. Bioekologi Hama Penggerek Buah Kakao



Gambar 8. Siklus hidup *C.cramerella* (Sumber: MARS Sustainability-CSP dan Foto Pribadi, 2022)

Perkembangan dari telur menjadi imago (serangga dewasa) selama 35 - 45 hari. Siklus hidup serangga PBK tergolong metamorfosa sempurna yaitu: telur, larva, pupa dan imago. Penggerek buah kakao berkembang biak dengan cara meletakkan telur-telurnya dialur kulit buah. Larva yang keluar dari telur langsung memasuki buah dengan cara membuat lubang kecil pada kulit buah (Darwis, 2012)

Telur hama PBK berwarna merah jingga dan diletakkan pada kulit buah, terutama pada alur buah. Telur berukuran sangat kecil dengan panjang 0.8 mm dan lebar 0.5 mm. Serangga dewasa bertelur 50 - 100

butir pada setiap buah kakao. Telur akan menetas dalam waktu 6 - 9 hari (Balai Besar Pelatihan Pertanian, 2013).

Ulat atau larva berwarna putih kuning atau hijau muda. Panjangnya sekitar 11 mm dan dalamnya 15 - 18 hari larva hidup di dalam buah. Larva serangga hama ini memakan plasenta buah yang merupakan saluran makanan menuju biji sehingga mengakibatkan penurunan hasil dan mutu biji kakao. Kehilangan hasil terjadi karena buah kakao yang terserang PBK bijinya menjadi lengket dan kandungan lemaknya menurun. Serangan pada buah kakao muda mengakibatkan kehilangan hasil yang lebih besar karena buah akan mengalami kerusakan dini dan tidak dapat dipanen (Limbongan, 2012).

Setelah ulat keluar dari dalam buah, kemudian berkepompong pada permukaan buah, daun, serasah, karung atau keranjang tempat buah. Stadium pupa 6 hari dan Imago berwujud kupu-kupu kecil dengan panjang 7 mm dan lebar 2 mm, memiliki sayap depan berwarna hitam bergaris putih, pada setiap ujungnya terdapat bintik kuning dan sayap belakang berwarna hitam (Feryanto, 2012).

b. Gejala Serangan

Imago *C. cramerella* Snellen meletakkan telurnya satu per satu pada alur buah kakao yang masih muda atau berukuran panjang 7 - 8 cm, setelah telur menetas larva langsung memakan dan menggerek jaringan yang lunak (pulp, plasenta dan saluran nutrisi yang menuju biji). Buah yang terserang akan tampak bercak-bercak kuning dan jika buah di belah

tampak alur sepanjang plasenta ke biji berwarna coklat akibat serangan larva. Selanjutnya Muljana, (1998) mengemukakan bahwa biji di dalam buah akan saling melekat, bentuknya kecil dan ringan. Buah yang terserang mengalami perubahan warna sebelum matang dan buah yang dipanen bila di guncang tidak terdengar suara ketukan antara biji dan dinding buah. Hal itu terjadi karena timbulnya lendir dan kotoran pada daging buah dan rusaknya biji-biji dalam buah. Kerusakan daging buah akibat serangan PBK disebabkan oleh enzim heksokinase, malase dehisrogenase, flouroscent esterase dan enzim malic-polymorphisms yang disekresikan oleh PBK (Tan et al., 1998; Suparno, 2001).

Apabila serangan terjadi pada buah muda, maka buah tersebut masih akan berkembang menjadi buah dewasa namun pada permukaan kulit luar buah tampak bercak besar berwarna kuning, sedangkan bagian lainnya tetap berwarna hijau atau merah tergantung jenis kakaonya, selain itu buah menjadi kering dan pulp mengeras (Kalshoven, 1981). Jika buah yang terserang dibelah maka terlihat daging buah berwarna coklat kehitaman sampai hitam, biji keriput dan ringan karena tidak berisi sempurna.

Buah yang terserang menjadi kering dan keras. Serangan hama ini menyebabkan pemasakan buah premature, akibatnya kualitas dan kuantitas produksi menurun. ukuran biji menjadi kecil dan kosong serta saling melekat sehingga sulit dikeluarkan dari dalam buah dan menyulitkan proses fermentasi dan sortasi. Kerugian akibat serangan

hama ini merupakan resultante dari penurunan produksi dan mutu serta penambahan biaya tenaga kerja karena sulitnya membelah buah dan mengeluarkan bijinya sehingga memerlukan waktu yang cukup lama (Wiryadiputra, 1996).

L. Hipotesis

1. Terdapat pengaruh *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna.
2. Terdapat pengaruh pengelolaan ekosistem pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant* terhadap keberadaan populasi serangga berguna.
3. Terdapat pengaruh keberadaan serangga berguna terhadap kerusakan buah dan kehilangan hasil akibat serangan penggerek buah kakao (*Conomoporpha cramerella* Snellen) pada pengelolaan ekosistem pertanaman kakao dengan menggunakan *Insectary plant* dan tanpa menggunakan *Insectary plant*.