

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLINATOR PADA LAHAN
KAKAO YANG DIKELOLA SECARA KONVENSIONAL DAN
NON KONVENSIONAL**

ASRUL ILHAM

G11115316



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

SKRIPSI

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLINATOR PADA LAHAN
KAKAO YANG DIKELOLA SECARA KONVENSIONAL DAN NON
KONVENSIONAL**

Disusun dan diajukan oleh

ASRUL ILHAM

G11115316



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLINATOR PADA LAHAN
KAKAO YANG DIKELOLA SECARA KONVENSIONAL DAN NON
KONVENSIONAL**

ASRUL ILHAM

G11115316

**Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi**

Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin

pada tanggal 3 Maret 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.S
Nip. 19651227 198910 2 001

Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S
Nip. 19570908 198303 2 001

Ketua Departemen Hama Penyakit Tumbuhan,



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M. Sc.
Nip. 196503161989032002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : ASRUL ILHAM
NIM : G11115316
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLINATOR PADA LAHAN KAKAO YANG DIKELOLA SECARA KONVENSSIONAL DAN NON KONVENSSIONAL

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Maret 2021

Yang Menyatakan,



ASRUL ILHAM

ABSTRAK

ASRUL ILHAM (G11115316) “Keanekaragaman Serangga Polinator Pada Lahan Kakao Yang Dikelolah Secara Konvensional Dan Non-Konvensional”. Dibimbing oleh Vien Sartika Dewi dan Sylvia Sjam.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat keanekaragam serangga polinator yang ada pada pertanaman kakao yang dikelola secara konvensional dan non-konvensional. Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kakao Desa Gantarang Keke, Kecamatan Gantarang Keke, Kabupaten Bantaeng yang dimulai pada bulan Mei sampai Juni 2020. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan serangga menggunakan perangkap nampan kuning (*Yellow pan trap*) yang dipasang pada dekat bunga tanaman kakao dan kemudian diidentifikasi. Hasil identifikasi didapatkan sebanyak 2396 arthropoda pada lahan non-konvensional dan 2029 individu arthropoda pada lahan konvensional. Dari jumlah arthropoda yang didapatkan pada lahan non-konvensional terdapat 655 (27,33%) individu serangga yang berperan sebagai polinator dan 815 (40,17%) pada lahan konvensional yang terdiri dari 7 famili yaitu, Cecidomyidae, Ceratopogonidae, Lemoniidae, Formicidae, Halictidae, Tenthrenidae, dan Vesvidae. Perhitungan indeks keanekaragaman serangga polinator jenis Shannon weiner dari kedua lahan termasuk kategori tingkat keanekaragaman sedang dengan nilai $H' = 1,3 - 1,5$.

Kata Kunci: kakao, polinator, lahan konvensional, lahan non konvensional

ABSTRACT

ASRUL ILHAM (G11115316) “*Diversity of Insect Pollinators on Cocoa Farms that are Treated Conventional and Non-Conventional*”. Supervised by Vien Sartika Dewi and Sylvia Sjam

This study aims to determine the diversity of insect pollinators in cocoa plants managed conventionally and non-conventionally. This research was conducted in a cocoa plantation in Gantarang Keke Village, Gantarang Keke District, Bantaeng Regency, starting from May to June 2020. The method used in this study was to collect insects using a yellow pan trap which is installed near the flower of the cocoa plant and then identified. The identification results obtained 2396 arthropods on non-conventional fields and 2029 individual arthropods on conventional fields. From the number of arthropods obtained on non-conventional land, there were 655 (27.33%) individual insects that acted as pollinators and 815 (40.17%) on conventional land consisting of 7 families, namely, Cecidomyidae, Ceratopogonidae, Lemoniidae, Formicidae, Halictidae, Tenthrenidae, and Vesvidae. The calculation of the diversity index for the Shannon Weiner species pollinator insect from the two fields was included in the medium diversity category with a value of $H' = 1.3 - 1.5$.

Keywords : *cocoa, pollinator, conventional land, non conventional land*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah *rabbil'alam*, Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul **”Keanekaragaman Serangga Polinator Pada Lahan Kakao Yang Dikelolah Secara Konvensional Dan Non-Konvensional”**. Shalawat serta salam senantiasa tercurah untuk Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat beliau yang telah menuntun dan menjadi suri tauladan bagi ummatnya. Semoga seluruh rahmatnya tercurah untuk kita semua. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, dari lubuk hati yang paling dalam dan penuh kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang tua, ayahanda **Alm. Hayyung** dan ibunda tercinta **Hartini** yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta nama saya yang tidak terlepas dari setiap doanya yang diperbincangkan dengan tuhan.
2. Segenap keluarga, terutama saudara sedarah **Asmar Hidayat, Nur Alifah dan Fitri Amaliah** yang telah lama menunggu gelar sarjana dari penulis.
3. Ibu **Dr. Ir. Vien Sartika Dewi M.Sc** dan Ibu **Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, MS** selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan banyak ilmu

kepada orang yang keras kepala ini serta solusi dengan penuh kesabaran dan ketulusan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

4. Ibu **Prof. Dr. Ir. Nurariaty Agus M.S** Ibu **Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S**, dan bapak **Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana M.S** selaku peguji yang telah memberikan masukan maupun kritikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ibu **Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M. Sc** selaku Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
6. Bapak **Ir. Fatahuddin MP** selaku panitia seminar yang telah mengajarkan kesabaran kepada penulis.
7. Para pegawai dan Staf Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Ibu **Rahmatia, SH.**, Pak **Kamaruddin**, Pak **Ardan** dan Pak **Ahmad** yang telah membantu urusan akademik maupun laboratorium dan memotifasi penulis dalam menyelesaikan penelitian.
8. Teman-teman **Badan Pengurus Harian Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman Periode 2018/2019**, keluarga besar **HMPT-UH**, Teman-Teman **Keluarga Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin** serta Teman-Teman **BEM KEMA FAPERTA UH Periode 2019/2020** yang telah menjadi wadah untuk membangun persaudaraan.
9. Tim Bantaeng, **Muhammad Ikram S.P**, **A. Ainun Amalia S.P** dan **Verda Dea Pitaloka S.P** yang telah menemani dan membantu dalam proses pengamatan di lahan.

10. Teruntuk **Kak Ivan dan sekeluarga , Kak Tari, Kak Daus, dan Pak Zainuddin** terimakasih telah memberikan pembelajaran, bantuan dan saran yang diberikan selama penulis berada di Bantaeng.
11. Teman-teman yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi yaitu **Mardiana, Kak Nilu, dan Nurul Awaliyah Fahri** terima kasih untuk semua bantuannya tanpa kalian penulis pastinya kesulitan dalam menyusun skripsi ini.
12. Teman-teman seperjuangan **Agroteknologi 2015, Chrysalis 2015** yang telah memberikan dukungan dan semangat.
13. Serta semua pihak yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan segala bentuk saran, masukan dan kritikan yang membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, Aamiin.

Makassar, November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERTANYAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Serangga Polinator	4
2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Serangga Penyerbuk terhadap Tanaman	12
2.3 Sistem Pertanian Konvensional.....	14
2.4 Sistem Pertanian Non-Konvensional	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1 Penentuan Lokasi dan Pembuatan Plot	22
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	22
3.4.3 Teknik Pemasangan Perangkat	22
3.4.4 Pengamatan.....	23
3.4.5 Identifikasi Serangga Polinator.....	23
3.5 Analisis Data	24
3.6 Parameter Pengamatan	24

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil	25
4.1.1 Jumlah Individu Serangga Polinator	25
4.1.2 Indeks Keanekaragaman	27
4.2 Pembahasan.....	28
4.2.1 Keadaan Lahan Pengamatan	28
4.2.2 Serangga yang Berperan sebagai Polinator.....	29
4.2.2.1 Ordo Diptera.....	29
4.2.2.2 Ordo Hymenoptera.....	32
4.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Serangga Polinator	36
4.2.4 Indeks Keanekaragaman Serangga Polinator.....	39
V. PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Jumlah Individu Serangga Polinator pada lahan Non-konvensional dan Konvensional	25
2.	Indeks Keanekaragaman (H') serangga pollinator di lahan konvensional dan lahan non konvensional.....	27

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Serangga <i>Ceratopogonidae</i>	30
2.	Serangga <i>Cecidomyidae</i>	31
3.	Serangga <i>Lemoniidae</i>	31
4.	<i>Dilichiderus, Ochephylla smaradigna, Irrydormex spp, Anoploleplis</i>	33
5.	Famili <i>Vesvidae</i>	34
6.	Famili <i>Tenthrenidae</i>	35
7.	Famili <i>halictidae</i>	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyerbukan merupakan proses transfer polen ke stigma, dan lebih dari 90% tumbuhan memerlukan agen penyerbuk (Bawa 1990). 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.

Serangga merupakan agen penyerbuk yang utama dibandingkan yang lain. Pollinator membantu proses penyerbukan yang membantu produksi hasil panen pertanian dan berperan sebesar 35% dalam penyediaan sumber pangan dunia (Klein *et al*, 2007). Dalam perjalanan serangga mencari makanan, serangga membantu terjadinya polinasi pada bunga karena tanpa sengaja membawa polen yang melekat pada tubuhnya. Kontribusi serangga pada tanaman yang dipolinsi sangat penting bagi sumber makanan manusia (Abdurrahman, 2012).

Pada bidang pertanian, penyerbukan tanaman oleh serangga merupakan salah satu kunci keberhasilan produksi pertanian. Serangga dapat mempengaruhi produktivitas kakao karena dapat berperan sebagai agen penyerbuk, kontrol biologis, hama, dan vektor penyakit (Putra, 2011). Serangga yang berperan dalam polinasi disebut *entomophil*. Permasalahan pada beberapa tumbuhan berbunga yaitu tidak dapat melakukan polinasi sendiri. Polinasi dapat terjadi dengan bantuan angin atau serangga. Serangga Pollinator atau serangga penyerbuk

merupakan serangga yang berperan dalam polinasi yaitu perantara penyerbukan tanaman. Interaksi antara serangga penyerbuk (*Insect pollinators*) dengan tumbuhan berbunga adalah hubungan yang saling menguntungkan. Dalam interaksi tersebut tumbuhan menyediakan sumber pakan yaitu serbuk sari dan nectar (cairan manis) serta tempat bereproduksi, sedangkan tumbuhan mendapat keuntungan yaitu terjadinya penyerbukan (Kevan & Phillips, 2001; Steffan-Dewenter dkk, 2005).

Pemanfaatan serangga polinator guna peningkatan kualitas dan kuantitas produksi tanaman di Indonesia masih kurang mendapatkan perhatian. Penelitian pengaruh tumbuhan berbunga guna peningkatan peran polinator di Indonesia juga masih sangat terbatas. Padahal, penurunan jenis dan populasi serangga polinator kini mulai dirasakan akibat terjadi perubahan dan kerusakan habitat (Kahono & Erniawati 2009). Selain itu, aplikasi insektisida dalam jangka panjang juga dapat menekan keanekaragaman dan kelimpahan serangga polinator. Dampak pemakaian pestisida dan sistem pengelolaan pertanian yang tidak ramah lingkungan juga dapat mempengaruhi serangga kanopi. Perubahan komunitas serangga telah diketahui dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap produksi tanaman dan penurunan kelimpahan terutama pada kelompok serangga penyerbuk (polinator) dapat mengurangi kualitas dan kuantitas produksi tanaman. Hal ini disebabkan karena banyak serangga non target yang terkena pengaruh sehingga mengalami penurunan kelimpahan dan diversitas (Apituley dkk, 2012).

Akhir-akhir ini para ilmuwan meperkirakan akan terjadinya “krisis Polinasi” seiring dengan temuan-temuan yang menunjukkan pupolasi dari agen-agen

penyerbuk di dunia (Eka, 2016). Krisis serangga penyerbuk diduga karena pengelolaan lahan menggunakan bahan kimia sintetis dalam pengendalian hama secara konvensional sehingga mengakibatkan kerusakan habitat dan matinya serangga bergunatermasuk pollinator.

Penelitian tentang keberadaan polinator pada lahan dengan pemakaian senyawa kimia sintetis untuk pengendalian hama (Konvensional) dan tanpa menggunakan senyawa kimia (Non-Konvensional) masih kurang dilakukan. Hal ini mendasari perlunya dilakukan penelitian tentang keberadaan pollinator diperkebunan kakao yang dikelola secara konvensional dan non-konvensional.

1.2 Tujuan Dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat keberadaan dan keanekaragaman serangga polinator yang ada pada pertanaman kakao yang dikelola secara konvensional dan non-konvensional. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat berguna sebagai data dasar untuk mengetahui serangga-serangga yang bermanfaat pada pertanaman kakao khususnya serangga yang membantu proses penyerbukan bunga kakao.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serangga 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.

Serangga merupakan salah satu penyedia jasa penyerbukan dalam suatu ekosistem. Sekitar 98% sampai 99% dari semua spesies tanaman berbunga di dataran rendah hutan hujan tropis diserbuki oleh hewan. Sebesar 87% dari spesies tanaman di dunia diserbuki oleh hewan. Sebagian besar hewan yang dimaksud di sini adalah serangga. Selain itu, penelitian lain yang dilakukan Ollerton *et al.* (2011) juga menemukan sebanyak lebih dari 90% tumbuhan

berbunga diserbuki sebagian besar oleh serangga. Hal ini menunjukkan peran penting serangga sebagai penyedia jasa penyerbukan.

Serangga penyerbuk dapat digolongkan menjadi serangga penyerbuk penting dan kurang penting. Menurut Kahono *et al.* (2015) kriteria yang dapat menjadikan suatu serangga termasuk penyerbuk penting adalah mengunjungi bunga dan memungkinkan terjadinya transfer serbuk sari, kecocokan ukuran antara penyerbuk dengan bunga, memiliki struktur yang memungkinkan memindahkan serbuk sari ke kepala putik bunga lainnya, memiliki frekuensi kunjungan ke bunga yang cukup tinggi dan waktu kunjungan yang lama. Sementara itu, serangga yang hanya mengunjungi bunga untuk mencari mangsa atau hanya untuk mengisap nektar belum dapat dikategorikan serangga penyerbuk penting namun tetap memiliki potensi sebagai serangga penyerbuk.

Sebagai bagian dari ekosistem, salah satu faktor yang memengaruhi serangga penyerbuk adalah tumbuhan berbunga dan vegetasi sekitar pertanaman. Kelimpahan serangga penyerbuk pada tanaman apel cina (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) meningkat seiring dengan peningkatan kepadatan tanaman. Semakin banyak jumlah spesies tanaman dan bunga pada suatu tempat, maka jumlah spesies dan individu serangga yang ditemukan semakin tinggi (Hoffmann 2005). Tumbuhan berbunga dapat menjadi tempat tinggal sementara, penyedia nektar dan polen bagi serangga penyerbuk (Carvalho *et al.* 2010). Peran penting tumbuhan berbunga di sekitar tanaman menjadi hal yang penting untuk dioptimalkan untuk menjaga keberadaan serangga penyerbuk di suatu ekosistem.

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 species, yang ditujukan untuk menarik serangga penyerbuk (Menzel & 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 dan berada dekat dengan organ seksual.

Semakin banyak jumlah spesies tanaman dan bunga pada suatu tempat, maka jumlah spesies dan individu serangga yang ditemukan semakin tinggi (Hoffmann 2005). Hasil penelitian Brandt *et al.* (2017) menyatakan bahwa tumbuhan berbunga memiliki hubungan positif dengan kelimpahan kelompok serangga penyerbuk. Semakin tinggi kekayaan spesies tanaman berbunga, kekayaan dan kelimpahan spesies lebah penyerbuk semakin tinggi pula (Brosi *et al.* 2007). Pengaruh kepadatan pengunjung bunga terhadap produksi tanaman juga sangat ditentukan oleh luasan lahan dan kekayaan pengunjung bunga (Garibaldi *et al.* 2016). Beberapa hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan berbunga menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi keberadaan serangga penyerbuk.

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, 1983). 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 (Amirul, J 2019).

Serangga penyerbuk yang diketahui membantu proses penyerbukan pada tanaman ialah dari ordo Hymenoptera, ordo Lepidoptera, ordo Diptera dan ordo Coleoptera (Wardhaugh 2015). Diantara kelompok serangga tersebut, lebah merupakan kelompok pollinator yang paling penting karena kemampuannya dalam mengumpulkan polen dan nectar dalam jumlah yang banyak untuk dikonsumsi bersama dalam koloninya. Diperkirakan lebah sebagai pollinator

berjumlah sekitar 20.000 spesies. (Gulland & Cranston, 2000). Pada ordo Hymenoptera, sebagian besar serangga penyerbuk terdapat pada super famili Apoidea. Secara taksonomi, terdapat dua ciri utama Apoidea, yaitu lobus pronotal posterior yang berbeda tetapi agak kecil, biasanya terpisah dari tegula dan pronotum memanjang sampai ke abdomen, satu di setiap sisi, yang melingkari atau hampir melingkari toraks di belakang koksa depan. Superfamili Apoidea dapat dibagi menjadi Spheciformes (kelompok tawon) dan Apiformes (kelompok lebah) (Michener 2007). Winston dan Amirul, j (2019) melaporkan bahwa sebanyak 20 000 spesies lebah di dunia telah diidentifikasi dan memperkirakan sebanyak 30 000 spesies lebah terdapat di seluruh dunia.

Ordo Hymenoptera

Ordo Hymenoptera termasuk kelompok serangga yang memiliki spesies paling banyak di dunia selain Ordo Diptera atau Ordo Lepidoptera dan secara biologi lebih beragam daripada serangga lainnya. Dari sudut kepentingan manusia, ordo ini merupakan ordo yang paling berguna dari seluruh kelas serangga, ordo ini memiliki banyak jenis yang berharga sebagai parasit atau pemangsa dari hama hama serangga, dan banyak merupakan serangga penyerbuk yang dapat membantu penerbukan pada tanaman hortikultura maupun perkebunan. Kelompok serangga ini memiliki dua subordo yaitu Symphyta dan Apocrita. Subordo Symphyta umumnya adalah kelompok pemakan tumbuhan, mewakili ordo yang paling kuno. Subordo Apocrita adalah kelompok yang lebih beragam, khas, dan berlimpah, serta beradaptasi sebagai parasit, predator, penghasil madu, pemakan cendawan, serta pemakan bahan organik (Nauman *et al.*

1991). Ordo Hymenoptera memiliki empat sayap yang tipis. Sayap belakang lebih kecil daripada sayap depan dan mempunyai satu deret kait-kait kecil (hamuli) pada tepi anterior. Dengan demikian, sayap belakang menempel ke satu lipatan pada tepi posterior sayap depan. Jenis kelamin pada kebanyakan ordo ini dikontrol oleh pembuahan telur. Telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi betina dan telur yang tidak dibuahi biasanya berkembang menjadi jantan. Anggota ordo ini memiliki banyak sekali jenis serangga yang berguna sebagai parasit atau pemangsa hama-hama serangga lainnya dan juga memiliki jenis serangga penyerbuk tumbuh-tumbuhan yang paling penting (Borror *et al.* 1989).

Anggota ordo Hymenoptera yang berperan sebagai penyerbuk adalah kelompok lebah. Tidak seperti serangga Hymenoptera lainnya (semut, tabuhan, dan kerawai daun), lebah cenderung memiliki kekhususan dalam pakannya. Lebah pradewasa dan dewasa memakan polen sebagai sumber protein dan nektar sebagai sumber energi (Delaplane dan Mayer 2000). Berdasarkan struktur alat mulutnya, lebah dikelompokkan menjadi 2 yaitu lebah dengan alat mulut pendek (*shorttongued bees*) dan lebah dengan alat mulut panjang (*long tongued bees*). Pembagian kelompok berdasarkan alat mulut ini berkaitan dengan kompleksitas bunga tanaman Angiospermae.

Sejalan dengan meningkatnya kompleksitas bunga Angiospermae, lebah dengan alat mulut panjang lebih diuntungkan (Winston 1987). Lebah memiliki struktur tubuh yang membedakannya dengan serangga lain. umumnya tubuh lebah memiliki banyak rambut bercabang yang berfungsi sebagai tempat menempelnya polen dari bunga yang dikunjunginya. Pada beberapa jenis lebah, tubuhnya

memiliki struktur luar khusus yang terdapat pada tungkainya. Pada ruas masing-masing tungkai belakang memiliki struktur yang disebut *corbicula* atau *pollen baskets* untuk menampung atau membawa banyak serbuk sari sementara waktu saat lebah mencari makan. Akan tetapi jenis lainnya yang tidak memiliki *corbicula*, aktivitas pengumpulan polen menggunakan rambut-rambut halus pada tungkai belakang atau pada metasoma.

Kebiasaan lebah membawa serbuk sari dan mengunjungi bunga menjadikan lebah sebagai penyerbuk tanaman paling penting di seluruh dunia (Delaplane dan Mayer 2000). Lebah termasuk ke dalam superfamili Apoidea, yang terdiri atas 7 famili, yaitu Stenotritidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae, dan Apidae. Jumlah spesies lebah di seluruh dunia diperkirakan mencapai 16 000 spesies. Dua puluh persen di antaranya bersifat sosial, dan selebihnya terbagi menjadi subsosial, parasit, dan soliter. Lebah sosial memiliki tingkatan yang lebih tinggi daripada lebah soliter. Lebah sosial membentuk koloni dan terdapat pembagian kasta, yaitu satu individu sebagai ratu, ratusan ribu individu sebagai pekerja dan ratusan individu sebagai jantan. Lebah betina (ratu) mengontrol jenis kelamin keturunannya. Betina menyimpan sperma hasil dari perkawinan di *spermatheca*. Betina memiliki pengontrol otot pada *spermatheca* tersebut. Dengan demikian, *spermatheca* dapat membuka dan melepaskan sperma ke sel telur sehingga dapat membuahi sel telur dan hasil keturunannya adalah betina, sedangkan telur yang tidak dibuahi menghasilkan keturunan jantan. Tahap dewasa dari lebah didedikasikan untuk penyebaran dan reproduksi (Michener 2000). Kelompok lebah yang hidup berkoloni disebut lebah

sosial, sedangkan kelompok lebah yang hidup tidak berkoloni disebut sebagai lebah soliter. Lebah sosial adalah lebah yang hidupnya membentuk koloni.

Terdapat sistem pembagian kasta yang jelas dalam kehidupan lebah, yaitu sebagai ratu, pekerja, dan jantan, serta terdapat pertemuan generasi dalam koloni. Ratu melakukan perkawinan dengan jantan dan meletakkan telur serta mengatur pembagian tugas pada keturunannya. Lebah pekerja berperan sebagai penjaga dan pemelihara sarang, serta pencari pakan. Jantan tidak terlalu memiliki peran dalam sarang, hanya mengawini ratu lalu mati (Michener 2000). Lebah soliter adalah kelompok lebah yang hanya mempunyai satu generasi dalam satu sarang dan terjadi interaksi antara satu individu dengan individu lain dalam satu sarang. Sarang lebah soliter dibuat oleh induk betina dan induk tersebut memberikan makan keturunannya, namun induk betina biasanya akan mati atau akan meninggalkan sarangnya sebelum keturunannya dewasa (Roubik 1992).

Ordo Diptera

Ordo Diptera adalah kelompok serangga yang memiliki sepasang sayap depan dan sayap belakang yang tereduksi membentuk struktur yang disebut sebagai halter. Halter berfungsi sebagai alat keseimbangan tubuh saat terbang. Diptera kadang-kadang disebut sebagai lalat dua sayap untuk membedakannya dengan “lalat” dari ordo lain. Kebanyakan Diptera relatif berukuran kecil dan bertubuh lunak (Borror *et al.* 1989). Menurut Colless dan McAlpine (1991), beberapa serangga kelompok ini merupakan hama penting dan vektor penyakit, tetapi yang lain juga bermanfaat. Berdasarkan kebiasannya sebagai parasit atau

predator, serangga ordo ini memainkan peran penting dalam mengatur populasi banyak tanaman dan hewan yang memengaruhi kesejahteraan manusia. Borrer *et al.* (1989) menyebutkan bahwa famili yang berperan sebagai penyerbuk tanaman di antaranya adalah Syrphidae dan Bombyliidae.

Kurang lebih 25 familia dari Ordo Diptera telah ditemukan mengunjungi bunga berbagai tumbuhan di daerah “Oriental Region” atau “Indo-Malayan” namun demikian yang mempunyai fungsi sebagai serangga penyerbuk terutama dari familia *Ceratopogonidae*, *Syrphidae*, *Drosophilidae*, *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae* and *Tachinidae*. Serangga dewasa dari ordo Diptera umumnya makan bahan makanan dalam bentuk cairan hal ini terbukti dengan adanya adaptasi alat mulut sebagai penghisap. Berbagai spesies lalat mampu menghisap partikel padat seperti tepung sari yang di larutkan dalam ludah. Bangsa lalat merupakan penyerbuk utama dan mempunyai peranan yang sangat penting setelah ordo Hymenoptera terutama pada tanaman pertanian dan tumbuhan berbunga yang masuk kelompok tumbuhan sederhana di daerah sub tropis. Kebanyakan familia bangsa lalat mengunjungi bunga yang terbuka dengan nectar yang mudah dijangkau karena mempunyai probocis yang pendek, sedangkan familia dengan probocis yang panjang dijumpai familia, *Bombyliidae*, *Empididae*, *Tabanidae*, *Nemestrinidae* dan *Syrphidae* (Houston dan Ladd, 2002).

2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Serangga Penyerbuk Terhadap Tanaman

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 terjaminya 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).

Variasi tingkat kunjungan serangga penyerbuk pada tumbuhan diduga berhubungan dengan berbagai modifikasi tampilan bunga (warna, bentuk, kandungan nektar dan waktu) dan waktu pembungaan. Widhiono (2015) menjelaskan bahwa warna bunga merupakan faktor yang sangat penting yang membatasi serangga penyerbuk khusus untuk mengunjungi suatu jenis bunga serta mempengaruhi tingkah laku serangga penyerbuk secara umum. Kupu-kupu dan lalat cenderung menyukai bunga berwarna putih kuning dan putih seperti bunga pada tanaman kakao. Perubahan warna disebabkan oleh umur juga mempengaruhi tingkah laku pencarian pakan serangga penyerbuk. Bau bunga juga merupakan faktor yang penting sebagai penarik, serangga penyerbuk karena serangga penyerbuk sangat tertarik pada bau bunga. Bunga yang mekar pada malam hari mempunyai bau bunga yang menyengat yang digunakan untuk menarik serangga dari jarak jauh, sedangkan bunga yang mekar pada siang hari cenderung tidak mempunyai bau yang menyengat. Wright dan Schiest (2009) menjelaskan bahwa bunga yang menyengat biasanya berkaitan dengan kandungan nektar yang ada.

Kesesuaian waktu pembungaan bunga-bunga yang berukuran kecil pada lahan yang luas berperan dalam meningkatkan pengumpulan energi dan penghematan waktu dan energi yang dibutuhkan oleh serangga penyerbuk dalam pencarian pakan. Waktu pembungaan yang sesuai pada musim bunga akan meningkatkan penyerbukan silanga karena menarik serangga penyerbuk dan meningkatkan keberhasilan penyerbukan. Pembungaan vertikal sangat menguntungkan bagi serangga penyerbuk dari kelompok lebah karena jumlah nektar cenderung berkurang, tetapi konsentrasi gula pada nektar meningkat pada bunga yang letaknya lebih tinggi. Lebah biasanya mencari nektar dimulai dari bunga dengan posisi dibawah dan secara bertahap naik kebunga yang lebih tinggi letaknya (Widhiono, 2015).

2.3 Sistem Pertanian Konvensional

Pertanian konvensional merupakan sistem pertanian yang ditujukan untuk memperoleh produksi pertanian secara maksimal, dimana dalam sistem pertanian ini digunakan teknologi modern, yang tidak memperhitungkan keamanan pangan dan pencemaran lingkungan (Seufert *et al.*, 2012). Dijelaskan pula bahwa pada pertanian konvensional penggunaan bahan agrokimia seperti pupuk anorganik, pestisida sintesis dan zat perangsang tumbuh, organisme hasil rekayasa genetika, dan sistem manajemen penanggulangan hama secara terpadu merupakan teknologi budidaya pertanian yang umum dijumpai pada sistem pertanian tersebut. Kegiatan sistem pertanian konvensional yang tidak terkontrol dengan baik akan mempercepat terjadinya degradasi lahan yang pada gilirannya juga akan mengakibatkan terjadinya penurunan produksi.

Crews dan Peoples (2004) mengemukakan bahwa salah satu definisi pertanian konvensional adalah penggunaan tenaga kerja dalam penggunaan pupuk konvensional. Pupuk konvensional diterapkan dalam berbagai standar rasio NPK untuk aplikasi pada tanaman. Aplikasi pupuk ke tanah menyediakan nutrisi baru secara efektif menghilangkan pertimbangan strategi jangka panjang untuk mempertahankan dan mengisi hara tanah dan karbon organik tanah. Pemupukan juga merupakan salah satu perhatian utama yang harus dipertimbangkan pada pertanian konvensional. Masalah lingkungan yang muncul dari penggunaan pupuk konvensional menyorotkan pemisahan antara industri pertanian intensif dan merawat proses ekosistem alami. Misalnya, pupuk konvensional digunakan untuk memberikan jumlah nutrisi yang melimpah dalam bentuk biokimia yang tersedia, tetapi skala di mana pupuk diterapkan ditambah dengan siklus air alami telah menyebabkan muatan nutrisi melalui limpasan yang masuk ke dalam sistem air (Goetz dan Zilberman, 2000).

Selain penggunaan bahan-bahan kimia seperti pupuk dan pestisida, pola tanam pada sistem pertanian konvensional dilakukan secara monokultur. Pola tanam monokultur memiliki pertumbuhan dan hasil yang lebih besar daripada pola tanam lainnya, hal ini disebabkan karena tidak adanya persaingan antar tanaman dalam memperebutkan unsur hara maupun sinar matahari. Monokultur juga menjadikan penggunaan lahan efisien karena memungkinkan perawatan dan pemanenan secara cepat dengan bantuan mesin pertanian dan menekan biaya tenaga kerja karena wajah lahan menjadi seragam. Kelemahan utamanya adalah keseragaman kultivar mempercepat penyebaran organisme pengganggu tanaman

(OPT, seperti hama dan penyakit tanaman) (Nurdarmawan, 2017). Sebab dari percepatan penyebaran opt pada sistem monokultur membuat petani menggunakan pestisida secara terus-menerus.

Pengolahan lahan secara konvensional juga memungkinkan tidak terjadinya pengolahan lahan dan pengendalian hama dan penyakit secara tidak terpadu. Hal ini karena pengolahan lahan secara konvensional cenderung bergantung pada bahan-bahan kimia untuk mendapatkan dan mempercepat produksi secara maksimal, namun hal ini punya dampak yang lebih besar terhadap ekologi yang ada pada lahan tersebut. Kecenderungan ini punya potensi yang lebih besar dalam merusak sistem rantai makanan di dalam lahan, dan masalah yang serius yang akan terjadi dalam suatu lahan adalah terjadinya resistensi dan peledakan hama dalam lahan yang dikelola dan matinya serangga serangga yang bermanfaat dalam ekologi lahan. Seperti yang dijelaskan oleh Widhiono (2015) bahwa Penurunan keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk dapat menyebabkan penurunan layanan jasa penyerbukan pada tumbuhan liar, dan selanjutnya akan menurunkan populasi tumbuhan liar yang penyerbukanya bergantung pada serangga. Dampak sebaliknya dari penurunan tumbuhan liar akan menyebabkan penurunan serangga penyerbuk. Hampir 80% tumbuhan liar pembentukan buah dan bijinya dan sekitar 62%-73% tumbuhan yang diteliti mengalami keterbatasan penyerbukan minimal pada suatu waktu tertentu, tergantung pada lokasi dan musimnya. Tumbuhan yang penyerbukan silangnya sepenuhnya bergantung pada serangga sangat peka terhadap penurunan keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk, dan biasanya penurunan populasi tumbuhan tersebut paralel dengan

penurunan keragaman serangga penyerbuknya. Hal ini diduga karena adanya keterbatasan polen. Hasil penelitian terjadinya metapopulasi pada 89 spesies tumbuhan liar sebagian besar terjadi karena adanya fragmentasi habitat yang menyebabkan ketidaksesuaian reproduksi karena keterbatasan polen yang terjadi karena adanya isolasi habitat.

Intensifikasi lahan pertanian telah menyebabkan terjadinya bentang alam yang homogen, yaitu adanya lahan yang luas dengan satu jenis tanaman pertanian tanpa gulma dan menyempitnya habitat semi alami (hilangnya habitat pinggiran, yang merupakan penyedia sumber pakan dan tempat bersarang bagi lebah liar pada tepi lahan pertanian), sehingga kompleksitas struktur lahan di antara lahan pertanian dengan ekosistem yang berdekatan berkurang atau menghilang. Hilangnya jejaring vegetasi liar yang menopang serangga penyerbuk, menyediakan tempat bersarang serta mikrohabitat untuk menetas telur dan pertumbuhan periode larva. Selain itu intensifikasi pertanian juga akan meningkatkan penggunaan bahan kimia (pestisida), yang akan menyebabkan berkurangnya jumlah serangga penyerbuk pada lahan pertanian (Widhiono, 2015).

2.4 Sistem Pertanian Non-Konvensional

Sistem pertanian non-konvensional adalah sistem dengan pengolahan lahan yang dilakukan dengan cara terpadu dalam suatu lahan untuk mengurangi penggunaan zat kimia. Pengolahan secara terpadu pada suatu lahan dilakukan untuk memaksimalkan hasil produksi tanaman serta pengendalian hama dan penyakit yang tidak bergantung pada pestisida kimia. Pengolahan lahan secara intens menjadi kunci dari sistem pertanian non-konvensional seperti

pemangkasan, sanitasi, penanaman secara polikultur, pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara mekanik dan alami, serta penanaman tanaman dengan klon yang berbeda.

Pemangkasan merupakan salah satu teknik budidaya yang bertujuan untuk pembentukan tajk tanaman yang efektif dan efisien dengan memproduksi buah. Hal ini merupakan upaya idealisasi tajuk secacra agronomis. Pemagkasan bertujuan untuk menghentikan pengangkutan fotosintesis ke mahkota bunga atau kuncup tunas sehigga hasil fotosintesis dapat terakumulasi sehingga diperoleh produski buah dan benih yang bermutu tinggi. Selain itu pemangkasan juga dapat meningkatkan jumlah tunas, mengatur bentuk tanamna, meningkatkan jumlah bunga, dan mengatur waktu pembungaan, mengurangu kerusakan yang disebabkan oleh angin (Branco, 2007).

Sistem pertanian yang selalu menggunakan produk-produk kimia dan tanpa melakukan pergiliran tanaman menyebabkan banyak efek buruk. Penggunaan pestisida kimiawi yang tidak sesuai memberikan dampak negatif terhadap petani dan konsumen, lingkungan, dan organisme non-target (Yuantari *et al.*, 2015). Organisme non-target seringkali berupa musuh alami hama (predator, parasitoid, dan patogen serangga) dan serangga bermanfaat (penyerbuk, detrifora, dll).

Ketidakmampuan pestisida dalam mengendalikan hama juga berdampak negatif dengan memicu ledakan populasi hama akibat resistensi atau resurgensi. Resistensi adalah proses perubahan sensitivitas yang diwariskan dalam populasi hama yang tercermin dalam kegagalan berulang suatu pestisida untuk

mengendalikan hama sesuai dengan dosis rekomendasi. Sedangkan resurgensi merupakan proses perubahan fisiologi tanaman sehingga lebih disukai oleh hama tertentu, atau ada rangsangan pestisida terhadap hama yang mendukung kelangsungan pada satu atau beberapa fase hidupnya (Baehaki *et al.*, 2016).

Dampak negatif dari penggunaan pestisida dapat dikurangi melalui pengendalian hama terpadu (PHT) yaitu mengendalikan hama dan penyakit tanaman dengan pendekatan ekologi yang bersifat multi-disiplin untuk mengelola populasi hama dan penyakit dengan menerapkan berbagai teknik pengendalian yang kompatibel (Wedastra *et al.*, 2019). Komponen pengendalian yang dapat dipadukan antara lain: pengendalian secara kultur teknis yang meliputi penggunaan varietas tahan, sanitasi lingkungan, dan pengaturan waktu tanam; pengendalian mekanis; pengendalian alami dengan memanfaatkan musuh alami berupa predator maupun patogen yang ada di ekosistem pertanian semaksimal mungkin; dan pengendalian dengan pestisida nabati ataupun kimia (Indiati & Marwoto, 2017).

Keberadaan musuh alami OPT dapat melemahkan, mengurangi fase reproduktif, sampai membunuh OPT. Namun musuh alami tersebut belum tentu mampu menjadi faktor penekan perkembangan populasi hama akibat tidak tersedianya makanan dan tempat berlindung (refugia) (Heviyanti dan Mulyani, 2016). Refugia adalah mikrohabitat yang menyediakan tempat berlindung secara spasial dan/atau temporal bagi musuh alami hama, seperti predator dan parasitoid, serta mendukung komponen interaksi biotik pada ekosistem, seperti polinator atau serangga penyerbuk (Keppel *et al.*, 2012).

Pestisida nabati merupakan insektisida yang bahannya diambil langsung dari tanaman atau dari hasil tanaman. Pestiida nabati resikonya kecil bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Beberapa teknik yang umum digunakan untuk memproduksi pestisida nabati diantaranya dengan teknik merendam, mengekstrak atau merebus bagian tertentu dari organ tanaman yang mengandung insektisidal tinggi (Al-Fifi 2006; Morya et al. 2010; Acda 2014). Insektisida nabati merupakan bahan insektisida yang cukup efektif dan aman terhadap lingkungan (Kardinan, 1999).

Dalam konsep PHT, penggunaan insektisida untuk pengendalian hama digunakan bila cara pengendalian yang lain sudah tidak efektif untuk menekan populasi hama. Oleh karena itu aplikasinya harus didasarkan pada nilai ambang kendali hama yang akan dikendalikan. Insektisida yang digunakan sebaiknya yang bersifat selektif, artinya insektisida tersebut efektif terhadap hama sasaran, dan aman terhadap musuh alami hama (Indiati & Marwoto, 2017).