

**STUDI KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLLINATOR  
PADA PERKEBUNAN APEL ORGANIK DAN ANORGANIK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**ABDURRAHMAN  
NIM. 03520029**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG  
2008**

**STUDI KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLLINATOR  
PADA PERKEBUNAN APEL ORGANIK DAN ANORGANIK**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada:  
Universitas Islam Negeri (UIN) Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:

**ABDURRAHMAN**  
**NIM. 03520029**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG  
2008**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**STUDI KEANEKARAGAMAN SERANGGA POLLINATOR  
PADA PERKEBUNAN APEL ORGANIK DAN ANORGANIK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**ABDURRAHMAN  
NIM. 03520029**

Telah Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dwi Suheriyanto, S.Si, M.P  
NIP. 150 327 248

Ach.Nachihuddin, M.A  
NIP. 150 302 531

Tanggal 19, Maret 2008

Mengetahui  
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si  
NIP. 150 229 505

# SKRIPSI

Oleh:

**ABDURRAHMAN**  
**NIM. 03520029**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: \_\_\_\_\_

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

TANDA TANGAN

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. _____ (Ketua/Penguji)                 | _____<br>NIP |
| 2. _____ (Sekretaris/Pembimbing/Penguji) | _____<br>NIP |
| 3. _____ (Penguji Utama)                 | _____<br>NIP |
| 4. _____ (Anggota Penguji)               | _____<br>NIP |

Mengesahkan  
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si  
NIP. 150 229 505

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Aku Persembahkan Karya Kecil ku*

*Hanya Untuk Mencari RidhoMu*

*Wahai Tuhanku Ilahi Robbi*



## Motto

من عرف نفسه فقد عرف ربه

*“Barang siapa tahu akan dirinya, maka tahu akan  
Tuhannya”*



## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, 6 Maret 2008

Abdurrahman

## KATA PENGANTAR



*Assalamu`alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufiq dan hidayah Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW dan semoga rahmat menerangi keluarga dan sahabatnya.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tidak dapat terlepas dari uluran tangan berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman B. Sumitro, SU., DSc, Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Ketua Jurusan Biologi.
4. Dwi Suheriyanto, S.Si, M.P. Dosen pembimbing utama yang telah tulus ikhlas dan penuh kesabaran memberikan bimbingan, arahan dan nasehat kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Ach.Nachihuddin,M.A. Dosen Pembimbing agama yang telah memberikan pemahaman yang komprehensif tentang keislaman.



6. Bapak Imam Ghozali selaku ketua kelompok tani AKAL dan bapak Saikan yang telah membantu atas terselesaikannya skripsi ini.
7. Ayah dan Ibu tersayang dan keluarga yang sepenuh hati memberikan dukungan moril serta tulus do`anya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Saudara-saudaraku yang memberikan semangat dan dorongan atas terselesainya skripsi ini.
9. Segenap teman-teman Biologi terutama angkatan 2003 dan semua pihak yang ikut membantu memberikan informasi dan saran yang bermanfaat guna terselesaikannya skripsi ini.
10. Kawan-kawanku seperjuangan Pagar Nusa dalam mengolah jiwa dan raga mencari makna sebuah kehidupan.
11. Kawan-kawanku seperjuangan dalam komunitas HMI yang telah ikut dalam merubah pola fikirku sehingga aku lebih bisa beraktualisasi dan mengembangkan diri secara baik dan benar.
12. Semua sahabat-sahabatku yang selalu mencintai aku yang tak bisa kusebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis berharap skripsi ini dapat memberikan khazanah pengetahuan untuk kemajuan pendidikan. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Amin.

*Wassalamu`alaikum Wr. Wb*

Malang, 14 April 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Tujuan Penelitian .....	6
1.4. Batasan Masalah .....	7
1.5. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Taksonomi dan Deskripsi Serangga .....	8
2.1.1 Taksonomi Serangga .....	8
2.1.2 Deskripsi Serangga .....	9
2.2. Hubungan Serangga dengan Tumbuhan .....	10
2.3. Asosiasi antar Serangga.....	18
2.4. Perkembangn Serangga.....	20
2.5. Tingkah Laku Serangga .....	23
2.6. Fisiologi Serangga .....	23
2.7. Pengendalian Serangga .....	24
2.8. Faktor yang Mempengaruhi Perkembangn Serangga .....	26
2.9. Tinjauan Umum Tanaman Apel ( <i>M. sylvestris</i> Mill) .....	30
2.10. Syarat Tumbuh Tanaman Apel ( <i>M. sylvestris</i> Mill) .....	31
2.11. Reproduksi Tanaman Apel .....	33
2.12. Teori Keanekaragaman .....	37
2.13. Pertanian Organik .....	41
2.14. Analisis Komunitas .....	45
2.15. Kajian Lebah dalam Al-Qur'an .....	46
<b>BAB III METODE PENEITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	50
3.2 Alat dan Bahan .....	50
3.3 Metode Penelitian .....	50
3.4 Prosedur Penelitian .....	51
3.5 Analisis Data .....	52
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil .....	55
4.2. Pembahasan .....	63

4.2.1	Identifikasi Pollinator .....	63
4.2.2	Analisis INP Pollinator Perkebunan Organik dan Anorganik .....	65
4.2.3	Analisis Komunitas .....	68
4.2.4	Analisis Koefisien Dua Perkebun .....	70

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	74
5.2	Saran .....	74

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	74
-----------------------------	----

**LAMPIRAN** .



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Penelitian Pada Perkebunan Apel Organik dan Anorganik .....	78
Lampiran 2	Hasil pengamatan kelimpahan Pollinator Pada Perkebunan Apel Organik dan Anorganik .....	98
Lampiran 3	Hasil Analisis Komunitas .....	102
Lampiran 4	Hasil Kesamaan 2 Perkebunan Organik dan Anorganik.....	104
Lampiran 5	Perhitungan T –Tes .....	105
Lampiran 6	Hasil Pengamatan Lingkungan Sekitar Pada Perkebunan Apel Organik dan Anorganik	106
Lampiran 7	Hasil Pengamatan Suhu dan Intensitas Cahaya Pada Perkebunan Apel Organik dan Anorganik	107
Lampiran 8	Hasil Gambar .....	111
Lampiran 9	Denah Perkebunan Penelitian .....	112

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	daur hidup serangga hemimetabola .....	21
Gambar 2.	daur hidup serangga holometabola .....	22
Gambar 3.	Struktur bunga apel dengan 2 stilus .....	34
Gambar 4.	Perkembangan buah apel .....	36
Gambar 5.	Species <i>A. mellifera</i> .....	55
Gambar 6.	Kerangka sayap <i>A. mellifera</i> .....	55
Gambar 7.	Tibiae belakang <i>A. mellifera</i> .....	56
Gambar 8.	Kerangka sayap depan Limentidinae .....	57
Gambar 9.	Kerangka sayap belakang Limentidinae .....	58
Gambar 10.	Tipe sungut gada Limentidinae .....	58
Gambar 11.	Tipe tibiae <i>Limentidinae</i> .....	58
Gambar 12.	Kerangka sayap belakang <u><i>Anthocharinae</i></u> .....	<u>59</u>
Gambar 13.	Kerangka sayap depan <u><i>Anthocharinae</i></u> .....	<u>60</u>
Gambar 14.	Tipe sungut gada <u><i>Anthocharinae</i></u> .....	<u>60</u>
Gambar 15.	Tipe tibiae <u><i>Anthocharinae</i></u> .....	<u>61</u>
Gambar 16.	Kerangka sayap depan Melitaeinae .....	62
Gambar 17.	Kerangka sayap belakang Melitaeinae .....	62
Gambar 18.	Tipe sungut gada Melitaeinae .....	62
Gambar 19.	Tipe tibiae Melitaeinae .....	63
Gambar 20.	Diagram batang INP Organik dan Anorganik .....	66
Gambar 21.	Diagram batang INP <i>A. mellifera</i> .....	66
Gambar 22.	Diagram batang INP Limentidinae .....	67
Gambar 23.	Diagram batang INP <u><i>Anthocharinae</i></u> .....	<u>67</u>
Gambar 24.	Diagram batang INP Melitaeinae .....	67
Gambar 25.	Bunga <i>M. sylvestris</i> Mill .....	111
Gambar 26.	Kegiatan Penelitian di Lapang .....	111

## ABSTRAK

Rohman, Abdur. 2008. Skripsi. **Studi Keanekaragaman Pollinator Di Perkebunan Apel Organik Dan Anorganik Desa Bumiaji Kota Batu.** Pembimbing I Dwi Suheriyanto, S Si, M. P. Pembimbing II Ach.Nashichudin, M.Ag. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.

**Kata Kunci:** Pollinator, Organik, Anorganik.

Pollinator atau *enthomophily* adalah serangga yang berperan dalam polinasi. Polinasi merupakan salah satu cara reproduksi seksual tanaman dengan cara pemindahan polen dari anther ke stigma. Tingkat polinasi yang kurang baik tidak hanya mengurangi hasil tanaman tetapi dapat menurunkan produksi tanaman khususnya pada buah apel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui keanekaragaman serangga pollinator pada lahan apel organik dan anorganik serta menganalisis peran komunitas pollinator pada kedua lahan tersebut. Penelitian ini dilakukan pada lahan apel organik dan anorganik di desa Bumiaji pada fase bunga, pada bulan Januari-Februari 2008. Penelitian bersifat deskriptif kuantitatif dengan metode eksplorasi. Pengambilan data dilaksanakan dengan metode absolute ( pengamatan langsung) dengan masing-masing lahan 100 plot dan 10 kali ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lahan organik dan anorganik ditemukan 4 subfamili. Kesamaan kedua lahan ditemukan 4 subfamili, Indeks Nilai Penting didominasi oleh subfamili Apinae pada kedua lahan. Jenis seluruh (S), Jumlah Seluruh (N), Nilai Indeks keanekaragaman ( $H'$ ), tingkat kesamaan (E), kekayaan jenis (R) rata-rata lahan organik dan anorganik hampir sama pada ulangan kesatu sampai dengan ulangan kelima. Koefisien kesamaan 2 lahan organik dan anorganik menunjukkan nilai 0,917 hal ini mendekati satu yang mengisyaratkan bahwa komunitas pada lahan organik dan anorganik hampir sama, akan tetapi pada ulangan keenam setelah dilakukan penyemprotan inseksida pada lahan anorganik antara kedua lahan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Jumlah Seluruh (N) pada lahan organik 314 dan pada lahan anorganik 48. Koefisien kesamaan 2 lahan organik dan anorganik setelah penyemprotan inseksida menunjukkan nilai 0,274 hal ini mendekati nol yang mengisyaratkan bahwa komunitas pada lahan organik dan anorganik sangat berbeda. Rata-rata koefisien kesamaan 2 lahan organik dan anorganik dengan uji T menunjukkan ada perbedaan antara keanekaragaman pollinator di perkebunan apel organik dan anorganik.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kondisi iklim dan tanah termasuk banyaknya ragam jenis tumbuhan di Indonesia sangat mendukung kehidupan pollinator, lebih dari 80% daratan Indonesia merupakan habitat yang baik bagi kehidupan berbagai jenis serangga. Allah berfirman di dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 68-69 yang berbunyi:

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلَالًا ۗ يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾

Artinya : “Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: "Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia", Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu). dari perut lebah itu ke luar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan.”

Dalam kehidupan dan tempat tinggal jenis pollinator secara umum dan lebah secara khusus terdapat bukti yang paling agung atas kemampuan dan keluasan ilmu Allah SWT melalui keajaiban ilmiah yang dikemukakannya dalam

Al-Qur'an Al-Karim. Ayat-ayat tentang lebah dalam Al-Qur'an Al-Karim tidak lain adalah rentetan petunjuk tentang keajaiban ilmiah. Mukjizat Al-Qur'an masih terus dikisahkan dan ilmu dari waktu ke waktu menyingkapkan kepada kita tentang berbagai mukjizat seperti proses penyerbukan bunga apel (*Malus sylvestris* Mill.) oleh lebah (pollinator) (Al-Mun'im, 2008).

Tanaman apel (*Malus sylvestris* Mill.) merupakan salah satu tanaman yang berperan penting bagi pemenuhan gizi masyarakat dan pendapatan petani. Sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk maka kebutuhan akan buah apel semakin meningkat, sehingga upaya peningkatan produksinya terus dilakukan (Sudiarso, 1994).

Budidaya apel organik mempunyai peluang besar untuk dikembangkan, namun ada kendala yaitu kurangnya sosialisasi sistem pertanian organik dan ketergantungan petani untuk menggunakan pupuk dan pestisida anorganik cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya kenyataan bahwa di lahan pertanian anorganik terdapat berbagai macam jenis hama dan penyakit tanaman apel (Sudiarso, 1994). Untuk mengatasi masalah hama ini telah dilakukan usaha pengendalian oleh petani. Sampai saat ini upaya pengendalian populasi hama pada berbagai tanaman masih bertumpu pada penggunaan pestisida karena aplikasi pestisida cukup mudah dan hasilnya cepat diketahui. Selain mempunyai dampak positif, ternyata aplikasi pestisida juga menyebabkan permasalahan yang cukup serius, yaitu munculnya pencemaran lingkungan (Istianto, 2007).

Salah satu dampak negatif penggunaan pupuk dan pestisida anorganik terhadap manusia adalah adanya akumulasi pada hasil panen yang jika dikonsumsi



akan menimbulkan perubahan patologis, histologis, biokemis, karsinogenik, tunergenik dan mutagen teratogenik (Oka, 1991). Beberapa jenis pupuk dan pestisida anorganik bersifat persisten sehingga mampu bertahan lama sebagai residu di dalam tanah, air, maupun dalam berbagai komponen biotik. Residu pupuk dan pestisida anorganik pada tanaman apel dapat mempengaruhi keanekaragaman serangga pollinator. Pudjiatmoko (2007) menyatakan bahwa para peneliti dari Pennsylvania State University, Amerika Serikat telah meneliti penyebab kematian lebah madu akibat suatu penyakit yang disebabkan oleh pestisida (Neonectinoid) di lahan perternakan lebah madu. Kematian lebah akibat penyakit ini mengancam kehidupan para peternak lebah, petani buah apel, biji-bijian, dan jeruk, karena mereka mengandalkan lebah untuk penyerbukan bunga.

Serangga yang berperan dalam polinasi disebut *entomophily* (Gulland & Cranston 2000). Polinasi merupakan salah satu cara reproduksi seksual tanaman yang terdiri dari pemindahan polen dari anther ke stigma. Permasalahan pada beberapa tumbuhan berbunga yaitu tidak dapat melakukan polinasi sendiri. Polinasi dapat terjadi dengan bantuan angin atau serangga. Dalam perjalanan serangga mencari makanan, serangga membantu terjadinya polinasi pada bunga karena tanpa sengaja membawa polen yang melekat pada tubuhnya ke anther bunga lain. Kontribusi serangga pada tanaman yang dipolinasi sangat penting bagi sumber makanan manusia. Sekitar 30% makanan kita diperoleh dari tanaman yang dipolinasi oleh lebah. Di Indonesia nilai ekonomi hasil tanaman yang dipolinasi oleh serangga belum diketahui, tetapi di Amerika hasilnya cukup besar yaitu sekitar \$ 19 milyar (Borror dkk, 1992).

Para petani terkadang menemukan buah abnormal yang memiliki ukuran relatif lebih kecil, warna kurang menarik, rasa yang kurang segar. Pada umumnya petani akan menduga bahwa penyebab bentuk abnormal tersebut adalah kekurangan nutrisi atau serangan hama, dan mengabaikan kemungkinan lainnya seperti penyerbukan. Sebagian besar petani percaya bahwa proses penyerbukan bunga merupakan kunci penting dalam keberhasilan produksi buah dan biji (Eka, 2006).

Tingkat polinasi yang jelek tidak hanya mengurangi hasil tanaman tetapi dapat menurunkan produksi tanaman seperti pada buah apel, Rusfidra (2005) menyatakan banyak laporan peneliti yang mengungkapkan bahwa terdapat kenaikan produksi tanaman budidaya jika sejumlah koloni lebah diletakkan di sekitar lokasi tanaman. Pemeliharaan lebah madu di lokasi pertanaman apel dapat meningkatkan produksi sebesar 30-60%. Schoonhoven dan van Loon (1998) menambahkan pada penelitian percobaan pada buah-buahan yang dimasukkan sejumlah koloni lebah dapat meningkatkan hasil buah sampai 44% .

Peran pollinator dalam penyerbukan dalam sebuah sistem pertanian menjadi terabaikan. Bahkan perencanaan pertanian modern lebih cenderung menitikberatkan pada penggunaan nutrisi tambahan dan pengendalian hama untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Hal ini berarti pula peningkatan biaya yang harus dikeluarkan oleh petani. Selain itu pula, penggunaan bahan kimia yang berlebihan, bukan tidak mungkin melahirkan masalah baru, yaitu : tingginya tingkat kerusakan pada tanah dan penggunaan insektisida seringkali melahirkan hama serangga sub tipe baru yang jauh lebih merusak (Eka, 2006).

Rosichon (2004) menyatakan bahwa keberadaan beberapa jenis serangga penyerbuk (pollinator) tanaman berbuah dan berbiji di pulau Jawa ternyata di ambang krisis. Dalam penelitian yang dilakukan oleh kelompok penelitian Puslit Biologi LIPI, pada 100 tanaman apel yang sedang berbunga di Kecamatan Tosari, Pasuruan, sama sekali tidak ditemukan jenis serangga, kecuali semut. Beberapa jenis serangga penyerbuk yang semestinya mudah ditemukan pada jenis tanaman *Angiospermae* adalah *Apis cerana*, *Trigona spp*, *Xylocopa spp*, *Amegilla spp*, *Megachile spp*, dan *Ceratina spp*. Adapun satu-satunya jenis serangga penyerbuk yang dijumpai di kebun apel Karang Ploso, Malang, merupakan jenis lebah *Apis mellifera* yang bukan serangga asli Indonesia, tapi berasal dari Italia. Akibatnya dapat menurunkan produksi komoditas buah-buahan, karena serangga penyerbuk berperan membantu penyerbukan untuk membentuk buah dan biji pada jenis tumbuhan berbuah dan berbiji (*Angiospermae*), termasuk pertanian.

FAO memperkirakan terdapat lebih dari 100.000 spesies pollinator yang terlibat dalam proses penyerbukan dan dapat dikatakan bahwa hampir seluruhnya tidak pernah dianggap sebagai komponen penting dalam sistem pertanian bahkan seringkali tidak dianggap sebagai hal penting dalam ilmu pertanian. Akan tetapi akhir-akhir ini para ilmuwan memprediksikan kekhawatiran akan terjadinya "krisis polinasi" seiring dengan temuan-temuan yang menunjukkan penurunan populasi dari agen-agen penyerbukan di dunia (Eka,2006).

Krisis serangga penyerbuk diduga karena penggunaan insektisida berlebihan, kerusakan habitat alaminya, dan polusi udara. Para petani apel di Malang masih menyemprot hama ketika bunga mekar, padahal penyemprotan

hama tidak dianjurkan ketika tanaman sedang berbunga karena menyebabkan lebah madu terpolusi. Bila lebah tidak mati, lebah yang kembali pulang ke sarang akan menghasilkan madu yang tercemari (Rosichon,2004).

Dari latar belakang diatas maka perlu untuk di teliti tentang keanekaragaman serangga pollinator yang ada diperkebunan apel organik dan anorganik.

### **1.1 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Jenis serangga pollinator apa yang ada di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu ?
2. Adakah perbedaan keanekaragaman serangga pollinator antara perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu ?
3. Jenis serangga pollinator apa yang dominan di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu ?

### **1.2 Tujuan Penelitian**

1. Mengidentifikasi berbagai jenis serangga pollinator yang ada di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu.
2. Mengetahui adakah perbedaan keanekaragaman serangga pollinator yang ada di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu.

3. Menganalisis dominansi serangga pollinator di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu.

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Pengambilan sampel dilakukan di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu.
2. Serangga pollinator yang diamati adalah yang ada di bunga pada perkebunan apel manalagi pada fase flowering.
3. Identifikasi dibatasi sampai pada tingkat famili jika tidak ditemukan pada tingkat spesies.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Menambah informasi tentang keanekaragaman serangga pollinator pada perkebunan apel organik dan anorganik.
2. Memberi wawasan khususnya kepada para petani apel tentang peran serangga pollinator.
3. Memperoleh data pendukung yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan perkebunan organik maupun anorganik.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Taksonomi dan Deskripsi Serangga

Ilmu mengenai penggolongan jenis-jenis makhluk hidup disebut taksonomi (*taxonomy*). Secara hierarki, dikenal taksa-taksa (*taxon, taxa*) dalam klasifikasi, yaitu : Filum (*Phylum*) - Kelas - Ordo - Famili - Genus dan Spesies. Serangga atau insekta termasuk dalam phylum Arthropoda. Arthropoda dibagi menjadi 3 sub phylum, yaitu Trilobita, Mandibulata dan Chelicerata. Sub phylum Trilobita telah punah dan tinggal fosilnya. Sub phylum Mandibulata terbagi menjadi beberapa kelas, salah satunya adalah kelas serangga. Sub phylum Chelicerata juga terbagi dalam beberapa kelas, diantaranya adalah Arachnida (Suheriyanto, 2005).

##### 2.1.1 Taksonomi Serangga

###### A. Sub Phylum Trilobita

Ciri-ciri Sub Phylum Trilobita diantaranya 1) Bentuk tubuh lonjong, pipih, bagian ventral mempunyai sederetan tungkai yang bersambungan, 2) Tidak mempunyai perbedaan struktur tungkai yang beruas-ruas, 3) Tubuh terbagi menjadi kepala, thoraks dan pygidium. Thoraks terdiri dari beberapa ruas, 4) Setiap segmen atau ruas tubuh (kecuali ruas terakhir) mempunyai tungkai yang beruas-ruas (Siwi, 2006).

## **B. Sub Phylum Mandibulata**

Tungkai dekat mulut berubah menjadi sepasang alat mulut atau mandibula seperti rahang (Siwi, 2006).

## **C. Sub Phylum Chelicerata**

Perbedaannya dengan Mandibulata adalah tertekannya antenna dan perubahan tungkai disamping mulut menjadi sepasang tungkai seperti capit (Siwi, 2006).

### 2.1.2 Deskripsi Serangga (Insekta)

Ciri-ciri Serangga diantaranya: 1) Tubuh terbagi menjadi 3 bagian, yaitu: cephalothorax, thorax, dan abdomen, 2) Mempunyai sepasang sungut, 3) Tungkai 3 pasang, 4) Sayap 1-2 pasang, 5) Alat mulut terdiri dari : a) Mandibula (rahang) 1 pasang, b) Maksila (dekat rahang) 1 pasang, c) Labium (bibir), d) Hypopharynx (lidah) (Suheriyanto, 2005).

**Klas serangga dibedakan menjadi 2 subklas, yaitu :**

### **A. Sub Klas Apterygota**

Ciri-ciri Apterygota di antaranya: 1) Tidak bersayap 2) Merupakan serangga primitif, ukuran kecil, 3) Mempunyai alat tambahan seperti style pada ujung abdomen, 4) Metamorfosis tipe Ametabola (Suheriyanto, 2005).

## **B. Sub Klas *Pterygota***

Ciri-ciri *Pterygota* diantaranya: 1) Umumnya bersayap, 2) Tidak mempunyai alat tambahan seperti style, 3) Hemimetabola Methamorfosis atau Homometabola Methamorfosis.

Pada umumnya serangga memiliki 3 bagian tubuh, yaitu kepala, toraks (dada) dan abdomen (badan). Kepala terdiri dari 3 sampai 7 ruas. Kepala berfungsi sebagai alat untuk pengumpulan makanan, penerima rangsangan dan memproses informasi (otak). Kepala mengandung mata, sungut dan bagian-bagian mulut (Suheriyanto, 2005).

### **2.2 Hubungan Serangga dengan Tumbuhan.**

Pada ekosistem pertanian dijumpai komunitas serangga yang terdiri atas banyak serangga dan masing-masing jenis memperlihatkan sifat populasi yang khas. Menurut Untung (2006), tidak semua jenis serangga dalam agroekosistem merupakan serangga hama, sebagian besar jenis serangga bukan hama yang merugikan tetapi musuh alami hama.

Menurut Untung (2006), berdasarkan aras trofi serangga dapat di bedakan menjadi serangga herbivora, karnifora, detritivor, dan pollinator.

#### **1. Serangga Herbivora**

Merupakan serangga yang masuk dalam golongan hama menempati trofi kedua. Beberapa serangga dapat menimbulkan kerugian karena serangga menyerang tanaman yang dibudidayakan dan merusak produksi yang disimpan. Salah satu contohnya adalah belalang (*Dissostura sp*), belalang ranting



(*Bactrocoderma aculiferum*), belalang sembah (*Stagmomantis sp*), kecoak (*Blattaorientalis*), walang sangit (*Leptocorixa acuta*), kumbang coklat (*Podops vermiculata*), kutu busuk (*Eimex lectularius*) ( Borror dkk, 1992 ) dan ( Untung, 2006).

Berdasarkan kisaran bahaya yang diakibatkan hama dikelompokkan sebagai berikut:

a. Hama Utama atau Hama Kunci

Untung (2006) menjelaskan bahwa hama utama merupakan satu atau beberapa jenis hama yang dalam kurun waktu lama (sekitar 5 tahun) selalu merusak pertanaman di suatu daerah yang luas dengan intensitas serangan berat. Natawigena (1990) menambahkan bahwa hama utama atau hama abadi adalah hama yang selalu menimbulkan kerusakan tiap musimnya seandainya tidak dilakukan tindakan terus menerus.

b. Hama Minor atau Hama Kadangkala

Untung (2006) menjelaskan bahwa merupakan jenis-jenis hama yang relatif kurang penting karena kerusakan yang diakibatkan masih dapat ditoleransikan baik oleh tanaman maupun petani. Hama minor di sebut juga hama kadang-kadang, atau hama kadangkala (occasional pests). Kelompok hama ini sering kali peka terhadap perlakuan pengendalian yang di tujukan pada hama utama, oleh karena itu mereka juga perlu diawasi agar tidak menimbulkan apa yang di sebut letusan hama kedua. Natawigena (1990) menambahkan bahwa hama kadang kala adalah hama yang sebelumnya tidak merugikan dan telah lama

berada di suatu daerah, tapi suatu saat sebagai akibat dari adanya gangguan terhadap faktor lingkungan seperti berkurangnya parasit dan predator, populasinya meningkat dan merusak tanaman.

#### c. Hama Potensial

Natawigena (1990) menjelaskan bahwa hama potensial adalah hama yang mempunyai kemampuan populasinya muncul dengan tiba-tiba, bila terjadi perubahan pada mekanisme keseimbangan ekosistemnya contoh wereng coklat (*Nilaparvata lugens*).

#### d. Hama Migran

Untung (2006) menjelaskan bahwa hama migran merupakan jenis hama tertentu yang tidak berasal dari agroekosistem setempat, tetapi mereka datang dari luar karena sifatnya yang berpindah-pindah (migran) misalnya belalang kembara, ulat grayak. Hama ini apabila mendatangi pada suatu tempat dapat menimbulkan kerusakan yang berarti. Tetapi kerusakan pertanian hanya dalam jangka waktu pendek.

## 2. Serangga Karnifora

Merupakan serangga yang memakan hama menempati aras trofi ketiga berupa predator dan parasitoid sedangkan aras trofi keempat ditempati karnifora yang memakan karnifora pertama berupa predator dan hiperparasitoid salah satu

contohnya adalah semut tentara (*Dorylinae*), semut ini bersifat mengembara dan bersifat pemangsa (Natawigena, 1990).

Semut menggunakan taktik dan strategi yang hebat untuk mempertahankan koloninya dan melindungi dirinya dari musuh yang mereka temui selagi mencari makan. Selain mengembangkan strategi berburu, mereka juga berusaha agar tidak dimangsa hewan lain. Salah satu pertempuran seperti ini terjadi antara dua koloni semut.

### 3. Serangga Detritivor

Serangga pemakan sampah sehingga bahan-bahan tersebut dikembalikan sebagai pupuk di dalam tanah (Anonim, 1992). Serangga detritivor sangat berguna dalam proses jaring makanan yang ada, hasil uraiannya dimanfaatkan oleh tanaman. Golongan serangga detritivor ditemukan seringkali ditemukan pada ordo Coleoptera, Blattaria, Diptera dan Isoptera. Salah satu contoh serangga detritifor adalah *Reticulitermis flavipes* (Natawigena, 1990).

Serangga merupakan salah satu faktor biotis di dalam ekosistem. Setiap individu serangga merupakan unit alami terkecil yang memerlukan bermacam-macam sumber daya yang cukup agar dapat mempertahankan hidup dan memperbanyak diri. Sumber daya tersebut antara lain adalah pakan, tempat berlindung dan pengangkutan (Mudjiono, 1998).

#### 4. Serangga Pollinator

Serangga yang berperan dalam polinasi ini disebut sebagai *entomophily* (Gulland & Cranston 2000). Polinasi merupakan proses kompleks dan sangat dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban dan adanya pollinator yang dapat dilakukan oleh serangga salah satu contohnya adalah lebah madu (*Apis mellifera*) (Borror dkk, 1992).

Selain itu lebah madu juga dapat membantu proses penyerbukan silang. Mekanismenya adalah pollen ditransfer dari satu varitas tanaman ke varitas tanaman yang lain. Sedangkan penyerbukan sendiri, pollen ditransfer dari anther menuju stigma pada bunga yang sama, bunga berbeda dari tanaman yang sama atau bunga tanaman lain pada varitas yang sama (Rusfidra, 2005).

Serangga berperan pada polinasi sekitar 400 jenis tanaman pertanian (Delaplane dan Meyer dan 2000). dan pada sekitar dua per tiga dari tanaman angiospermae (Schoonhoven dan van Loon 1998). Serangga yang berperan dalam polinasi sekitar 1200 tanaman angiospermae dipolinasi oleh *Apis spp* (Gupta, 2003).

Beberapa buah-buahan penting sangat tergantung dari serangga untuk polinasi, misalnya : apel, pir, kismis, kersen, jeruk, strawberi. Pada sayur-sayuran seperti : waluh, gambas, kol, bawang merah, dan wortel, juga pada hasil kebun lainnya seperti : tembakau dan semanggi (Borror, dkk 1992).

Serangga terutama lebah berperan dalam polinasi tanaman berbunga (angiospermae). Sebaliknya tanaman menyediakan polen atau nektar sebagai makanan serangga. Asosiasi antara bunga dan serangga pollinator khususnya

lebah merupakan contoh yang menarik dalam mutualisme tanaman dan hewan (Eka, 2006).

Bagi serangga, bunga selalu dikunjungi untuk mendapatkan polen dan atau nektar yang berperan sebagai sumber makanan. Nektar mengandung 10-70% gula, lipid, asam amino dan mineral. Polen terdiri dari 15-30% protein, lemak, vitamin dan unsur penting lainnya (Schoonhoven dan van Loon, 1998).

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 pollinator yang paling penting karena kemampuan lebah dalam mengumpulkan polen dan nektar dalam jumlah yang banyak untuk dikonsumsi bersama dalam koloninya. Diperkirakan lebah sebagai pollinator berjumlah sekitar 20.000 spesies (Gulland & Cranston, 2000) dan (Borror dkk, 1992).

Lebah yang berperan sebagai pollinator :

1. Lebah madu (*Apis mellifera* : Apoidea )

Lebah madu merupakan spesies lebah yang umumnya sebagai pollinator yang selalu berada pada tanaman sepanjang musim dan tersebar hampir di seluruh dunia (Delaplane dan Meyer, 2000). Lebah tersebut memiliki peralatan yang baik untuk mengumpulkan polen dan nektar dalam jumlah yang banyak karena lebah ditutupi rambut yang tebal, juga ada pengait kecil yang efektif menangkap dan memegang butiran polen pada saat serangga menyentuh anteridium bunga. Disamping memiliki daya dukung polen ( *pollen carrying capacity* ) rambut

tersebut dapat menjaga tubuh pada suhu tinggi sehingga serangga dapat aktif pada suhu udara rendah. Selama terbang lebah menyapu polen dengan tungkainya dan mengumpulkannya dalam kantong polen (*pollen basket*) yang terdapat pada tibia dari kedua tungkai belakang (Schoonhoven dan van Loon, 1998).

Dengan alat ini, seekor lebah madu pekerja dapat membawa polen sebanyak 10-20 mg ke sarangnya. Satu koloni lebah berkisar 10.000 - 50.000 lebah dapat mengkonsumsi sekitar 20 kg pollen dan 60 kg madu per tahun. Polen dan nektar diperlukan oleh lebah untuk pertumbuhan dan reproduksi.

Gupta (2003) menyebutkan beberapa spesies lebah madu yang ditemukan di Indonesia serta penyebarannya terdiri dari : a) *Apis javana* Enderlein yang tersebar di Asia Tenggara dan Indonesia, b) *A. cerana Fabricus* yang tersebar di India, Birma, Rusia, Cina, Ceylon, Pakistan, Nepal dan Indonesia, c) *A. andreniformis* Smith yang tersebar di Serawak, Kalimantan, Sumatera dan Jawa. d) *A. vechti* Maa yang terdapat di Sumatera, Jawa Kalimantan dan Serawak dan 5) *A. nigrocincta* Smith yang terdapat di Sulawesi, Kalimantan dan Mindanao.

## 2. Lebah gendut kebun (*Bombus* spp. : Apoidae)

Lebah ini merupakan lebah besar, berambut banyak dan banyak ditemukan pada daerah-daerah temperate. Seperti juga lebah madu, lebah gendut kebun juga telah diekspor ke beberapa negara seperti Australia, New Zealand, Filipina dan Afrika Selatan. Lebah ini juga bersifat generalis dan dapat berkunjung pada beragam tanaman berbunga dan pada tanaman sayur-sayuran penting terutama yang ditanam di rumah kaca. Morfologinya yang besar

memungkinkan lebah ini membawa polen lebih banyak dibanding dengan lebah lainnya. Dari hasil penelitian lebah gendut kebun ini lebih efisien dalam polinasi kapas dibanding lebah madu (Delaplane dan Meyer, 2000).

### 3. Lebah Alkali (*Nomia melanderi* : Halictidae)

Lebah alkali merupakan pollinator pada bawang yang berguna dalam produksi biji. Lebah ini soliter dan secara alami hanya terdapat di pegunungan Rocky Amerika Utara (Delaplane dan Meyer, 2000).

### 4. Lebah Kebun Mason (*Osmia* spp. : Megachilidae)

Lebah kebun Mason (*Osmia* spp. : Megachilidae) sebagai pollinator yang efektif pada apel dan buah-buahan di perkebunan. Spesies yang ada di Amerika Utara yaitu “blue orchard bee” (*O. lignaria*) (Delaplane dan Meyer, 2000).

### 5. Lebah Buah Ara (*Blastophaga psenes* (L.))

Lebah buah ara (*Blastophaga psenes* (L.)) sebagai pollinator khusus buah ara (fig) di San Pedro dan pada musim dingin di dalam buah caprifig. Penggunaan lebah ini adalah contoh yang paling tua mengenai polinasi serangga yang dimanipulasi manusia. Sistem ini dikenal sebagai caprifigation (Condit dan Enderud, 1956).

### 2.3 Asosiasi antar Serangga

Jumar (2000) menyatakan bahwa serangga dapat berperan sebagai predator dan parasitoid. Predator merupakan binatang atau serangga yang memakan binatang atau serangga lain. Istilah predation adalah suatu bentuk simbiosis (hubungan) dari individu, dimana salah satu individu menyerang atau memakan individu lain (bisa satu atau beberapa spesies) yang digunakan untuk kepentingan hidupnya dan biasanya dilakukan berulang-ulang. Individu yang diserang atau dimakan dinamakan mangsa. Predator memiliki ciri antara lain: ukuran tubuhnya lebih besar dari mangsa, ada yang bersifat monofag, oligofag, dan polifag, predator membunuh, memakan atau menghisap mangsanya dengan cepat, dan biasanya predator memerlukan dan memakan banyak mangsa selama hidupnya. Sedangkan menurut Untung (1996) Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memakan, membunuh atau memangsa binatang lainnya dengan ciri-ciri antara lain mempunyai banyak jenis mangsa atau polifag namun ada juga yang bersifat monofag dan oligofag, ukuran tubuh lebih besar dari mangsa, daya cari mangsa yang tinggi dan memiliki kelebihan sifat fisik yang memungkinkan predator mampu membunuh mangsanya.

Menurut Jumar (2000), parasitoid merupakan serangga yang hidup menumpang, berlindung, atau makan dari serangga lain yang dinamakan inang dan dapat mematikan inangnya secara perlahan-lahan sedangkan menurut Untung (1996), parasitoid adalah binatang yang hidup di atas atau di dalam tubuh binatang inang lain yang lebih besar yang merupakan inangnya. Parasitoid biasanya berukuran kecil daripada inangnya. Satu individu parasitoid hanya



memerlukan satu individu inang untuk berkembang secara normal sampai dewasa. Parasitoid biasanya hanya memerlukan inangnya pada stadia pradewasa, sedangkan pada saat dewasa hidup bebas. Parasitoid dapat menyerang dan berkembang dalam satu atau beberapa fase hidup inang. Misalnya: parasitoid telur, parasitoid larva, parasitoid telur- larva, parasitoid larva-pupa, parasitoid pupa dan lain-lain (Jumar, 2000).

Untung (1996) menjelaskan bahwa Patogen adalah penyakit yang berupa virus, bakteri, protozoa, jamur, rikettsia, dan nematoda, Jumar (2000) menambahkan bahwa patogen merupakan golongan mikroorganisme yang hidup pada atau di dalam tubuh serangga dan menimbulkan penyakit. yang di sebabkan bakteri, jamur, virus, dan nematoda. Patogen dapat masuk ke dalam tubuh serangga dengan cara merusak integumen melalui spiraculum, anus, atau melalui lubang masuk lainnya. Akan tetapi patogen pada umumnya masuk melalui mulut atau alat pencernaan serangga.

Kompetisi antar serangga terjadi karena adanya keinginan untuk mempertahankan kelangsungan hidup sebagai akibat kepadatan populasi yang sedemikian rupa naiknya, sehingga kebutuhan akan bahan makanan, tempat tinggal, dan kebutuhan hidup lainnya dari populasi tersebut menjadi di luar kemampuan alam lingkungan untuk menyediakan atau menyokongnya. Kompetisi ini akhirnya dapat mendorong terjadinya perpindahan atau matinya sekelompok serangga (Jumar, 2000). Dalam kaitannya dengan kompetisi, Jumar (2000) menambahkan bahwa kompetisi dapat dibedakan menjadi dua bentuk, yaitu kompetisi intraspesifik dan kompetisi interspesifik. Kompetisi intraspesifik adalah

persaingan yang terjadi antar individu-individu dalam satu spesies populasi. Kompetisi inter spesifik adalah persaingan yang terjadi antara dua spesies populasi atau lebih. Kompetisi terjadi akibat setiap spesies memerlukan makan, tempat hidup, cahaya, dan kebutuhan hidup lainnya yang sama.

#### **2.4 Perkembangan Serangga**

Menurut Prawirohartono (1991), ada dua macam perkembangan yang dikenal dalam dunia serangga, yaitu metamorfosis sempurna atau holometabola yang melalui tahapan atau stadium: telur – larva – pupa – dewasa, dan metamorfosis bertahap (hemimetabola) yang melalui stadium: telur – nimfa – dewasa. Jumar (2000) menambahkan bahwa metamorfosis serangga dapat dibedakan menjadi empat tipe yaitu : tanpa metamorfosis (Ametabola), metamorfosis bertahap (paurometabola), metamorfosis tidak sempurna (hemimetabola), dan metamorfosis sempurna (holometabola).

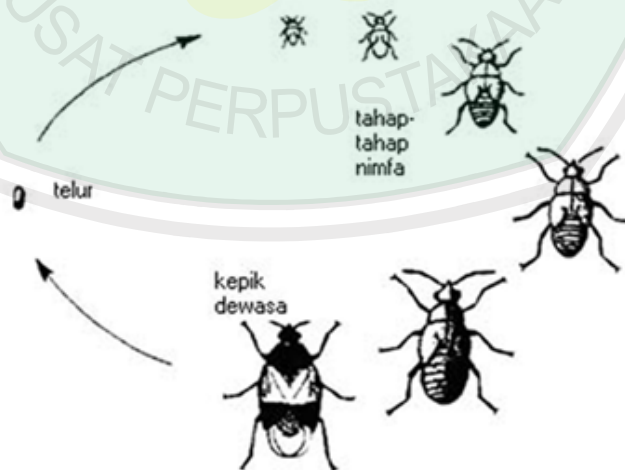
Jumar (2000) menjelaskan bahwa pada tipe ametabola serangga pradewasa memiliki bentuk luar serupa dengan serangga dewasa kecuali ukuran dan kematangan alat kelaminnya, tipe serangga ini terdapat pada serangga-serangga primitif yaitu dari anggota sub kelas Apterygota, yakni dari ordo protura, diplura, colembolla dan thysanura.

Jumar (2000) menjelaskan bahwa pada tipe paurometabola bentuk umum serangga pradewasa menyerupai serangga dewasa, tetapi terjadi perubahan bentuk secara bertahap seperti terbentuknya bakal sayap dan embelan alat kelamin pada instar yang lebih tua serta penambahan ukuran, tipe serangga ini

adalah dari golongan ordo orthoptera , isoptera, thysanoptera, hemiptera, homoptera, anoplura, neuroptera, dermaptera.

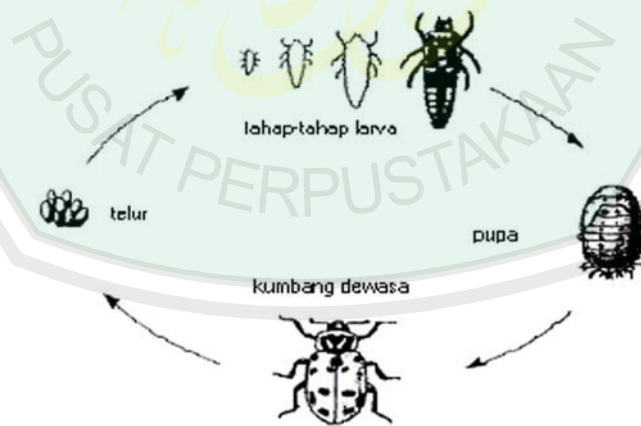
Jumar (2000) menjelaskan bahwa hemimetabola, ialah serangga yang mengalami metamorfosis tidak sempurna. Dalam daur hidupnya, serangga yang bermetamorfosis tidak sempurna mengalami tahapan perkembangan sebagai berikut.

- a. Telur.
- b. Nimfa, ialah serangga muda yang mempunyai sifat dan bentuk sama dengan dewasanya. Dalam fase ini serangga muda mengalami pergantian kulit berulang kali. Sayap serta alat perkembangbiakannya belum berkembang.
- c. Imago (dewasa) ialah fase yang di tandai dengan telah berkembangnya semua organ tubuh dengan baik, termasuk alat perkembangbiakannya serta sayap contoh pada belalang. Jumar (2000) menambahkan bahwa pada tipe ini perbedaan serangga dewasa dan pra dewasa lebih nyata di banding dengan paurometabola.



Gambar 1. Daur hidup serangga Hemimetabola (Tarumingkeng, 1994).

Prawirohartono (1991) menjelaskan bahwa holometabola, ialah serangga yang mengalami metamorfosis sempurna. Tahapan dari daur serangga yang mengalami metamorfosis sempurna adalah: telur-larva-pupa-imago. Larva adalah hewan yang bentuk dan sifatnya berbeda dengan hewan dewasa. Pada fase ini serangga mengumpulkan energi sebanyak-banyaknya dengan makan terus menerus, sehingga fase ini disebut fase makan. Sedangkan pupa atau kepompong adalah fase saat serangga tidak melakukan aktifitas. Pada masa ini terjadi penyempurnaan dan pembentukan berbagai organ. Imago adalah fase dewasa atau fase perkembangbiakkan. Jumar (2000) menambahkan bahwa pada tipe holometabola serangga pradewasa (larva dan pupa) biasanya memiliki bentuk yang sangat berbeda dengan serangga dewasa (imago).



Gambar 2. Daur hidup serangga Holometabola (Tarumingkeng, 1994).

## **2.5 Tingkah Laku Serangga**

Campbell (1999), menjelaskan bahwa beberapa serangga mampu memodifikasi lingkungan sekitarnya dengan perilaku sementara yang kooperatif. Lebah madu, misalnya, dapat mendinginkan bagian dalam sarangnya selama hari-hari panas melalui kepanakan kolektif sayapnya, dan selama periode dingin, mereka menutup sarangnya untuk membantu menahan panas yang dihasilkan oleh aktifitas dalam sarang, dan banyak serangga pada cuaca dingin mereka meningkatkan pergerakannya dan berkerumun bersama, sehingga akan menahan hilangnya panas dengan cara meminimalkan jumlah total luas permukaan hewan yang terpapar ke udara dingin.

## **2.6 Fisiologi Serangga**

Serangga pada umumnya adalah hewan endotermik dan mempunyai laju metabolisme paling tinggi pada siang hari. Beberapa serangga di antaranya menyesuaikan suhu tubuh melalui mekanisme perilaku dan fisiologi, banyak spesies serangga yang menggunakan mekanisme mirip menggigil (*shiveringline mechanism*) untuk memanaskan otot terbang dada (*toraks*)-nya sebelum terbang setelah lepas landas, aktivitas metabolisme otot terbang mempertahankan suhu toraks yang tinggi dan berbagai adaptasi endotermik termasuk suatu penukar panas lawan-arus dalam thorak mempertahankan otot terbang serangga yang aktif pada musim dingin sehingga tetap hangat sampai suhu 30° C (Randall,1997 ) dan ( Campbell, 1999).

Randall (1997 ), menjelaskan bahwa pada serangga, pergantian kulit dipicu oleh hormon yang di sebut ecdysone yang di sekresikan dari sepasang kelenjar endokrin , yang disebut sebagai kelenjar protorak, terletak persis di belakang kepala. Selain merangsang pergantian kulit, ecdysone juga mendorong pergantian kulit, ecdysone juga mendorong perkembangan karakteristik dewasa , seperti perubahan ulat menjadi kupu-kupu. Pada serangga , produksui ecdysone itu sendiri di kontrol oleh hormon kedua, yang disebut hormon otak (brain hormon). Brain hormon dihasilkan oleh sel-sel neurosekresi dalam otak .Hormon tersebut mendorong perkembangan dengan cara merangsang kelenjar protorak untuk mensekresikan ecdysone.

Campbell (1999) menjelaskan bahwa hormon otak dan ecdysone diseimbangkan oleh hormon juvenile yang disekresikan oleh sepasang kelenjar kecil persis di belakang otak, yaitu korpora allata. Randall (1997 ), menambahkan bahwa hormon juvenile menyebabkan karakteristik larva tetap dipertahankan. Dengan konsentrasi hormon juvenil yang relatif tinggi, ecdysone masih dapat merangsang pergantian kulit, tetapi produknya adalah larva yang lebih besar. Ketika kadar hormon juvenil semakin berkurang, maka pergantian kulit yang diinduksi oleh ecdysone baru dapat menghasilkan satu tahapan yang disebut sebagai pupa.

## **2.7 Pengendalian Serangga**

Menurut Untung (1996) Pengendalian hama dapat dilakukan dengan banyak cara diantaranya pengendalian hayati dan kimiawi. Pengendalian hayati

dasarnya merupakan pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama. Pengendalian hayati berdasarkan fungsinya dapat di kelompokkan menjadi parasitoid, predator, dan patogen. Sedangkan pengendalian kimiawi dapat menggunakan inseksida.

Menurut Untung (1996), dilihat dari cara masuk (*mode of entry*) ke dalam tubuh serangga insektisida dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu, racun perut, racun kontak, dan fumigan.

a. Racun Perut (*stomach poison*)

Insektisida memasuki tubuh serangga melalui saluran pencernaan. Serangga terbunuh bila insektisida tersebut termakan oleh serangga. Jenis-jenis insektisida lama umumnya merupakan racun perut, sedangkan insektisida modern sangat sedikit yang merupakan racun perut. Namun, ada juga insektisida modern yang aksinya pada serangga melalui perut, yaitu kelompok insektisida sistemik dapat diserap oleh tanaman dan ditranslokasikan ke dalam jaringan tanaman.

b. Racun Kontak (*contact poison*)

Insektisida memasuki tubuh serangga bila serangga mengadakan kontak dengan insektisida atau serangga berjalan di atas permukaan tanaman yang mengandung insektisida. Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui dinding tubuh.

c. Fumigan

Fumigan merupakan insektisida yang mudah menguap menjadi gas dan masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan serangga atau sistem trakea yang kemudian diedarkan ke seluruh jaringan tubuh.

## **2.8 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Serangga**

Menurut Jumar (2000), bahwa perkembangan serangga di alam dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor dalam (yang dimiliki oleh serangga itu sendiri) dan faktor luar (yang berada dilingkungan sekitarnya). Tinggi rendahnya populasi suatu jenis serangga pada suatu waktu merupakan hasil pertemuan antara dua faktor.

### **A Faktor Intern**

#### **1. Kemampuan Berkembang Biak.**

Jumar (2000) menyatakan bahwa kemampuan berkembang biak suatu jenis serangga dipengaruhi oleh keperidian dan fekunditas serta waktu perkembangannya (kecepatan berkembang biak). Keperidian (natalitas) adalah besarnya kemampuan suatu jenis serangga untuk melahirkan keturunan baru, sedangkan fekundilitas (kesuburan) adalah kemampuan yang dimiliki oleh seekor serangga betina untuk memproduksi telur. Natawigena (1990) menambahkan bahwa kemampuan berkembang biak di pengaruhi juga oleh mortalitas yaitu, banyaknya individu yang mati pada saat itu. pada umumnya lebih kecil ukuran binatang atau serangga akan lebih besar kepridiannya (natalitas). Lebih cepat waktu berkembangbiak akan lebih tinggi kemampuan berkembangbiak, waktu



berkembangbiak serangga tergantung pada lamanya siklus hidup serangga tersebut.

## 2. Perbandingan Kelamin

Jumar (2000) menyatakan bahwa perbandingan kelamin adalah perbandingan antara jumlah individu jantan dan betina yang diturunkan oleh serangga betina. Perbandingan kelamin ini pada umumnya adalah 1:1, akan tetapi karena pengaruh tertentu, baik faktor dalam maupun faktor luar seperti keadaan musim dan kepadatan populasi, maka perbandingan dapat berubah. Natawigena (1990) menambahkan bahwa selain keadaan musim dan kepadatan populasi perbandingan kelamin juga dipengaruhi tersedianya makanan.

## 3. Sifat Mempertahankan Diri

Jumar (2000) menyatakan bahwa serangga memiliki alat atau kemampuan untuk mempertahankan dan melindungi dirinya dari serangan musuh. Kebanyakan serangga akan berusaha menyelamatkan diri bila diserang musuhnya dengan cara terbang, lari, meloncat, berenang dan menyelam. Natawigena (1990), menambahkan bahwa beberapa serangga dapat mengeluarkan racun atau bau untuk menghindari serangan musuh, atau memiliki alat penusuk untuk membunuh lawan atau mangsanya. Beberapa serangga lainnya melakukan mimikri untuk mengelabuhi atau menakut-nakuti.

## 4. Siklus Hidup

Jumar (2000) dan Natawigena (1990), menyatakan bahwa siklus hidup adalah suatu rangkaian berbagai stadia yang terjadi pada seekor serangga selama pertumbuhannya, sejak dari telur sampai menjadi imago (dewasa). Akan tetapi umumnya siklus hidup serangga tidak terlalu lama, antara satu sampai beberapa minggu.

#### 5. Umur Imago

Jumar (2000), menyatakan bahwa serangga umumnya memiliki umur imago pendek. Ada yang beberapa hari, ada juga yang sampai beberapa bulan. Natawigena (1990), menambahkan bahwa semakin lama umur imago betina (misalnya : umur kumbang betina *Sitophilus sp* sampai 3-5 bulan), maka akan lebih sering kesempatan untuk bertelur.

### **B. Faktor Ekstern**

#### 1. Suhu dan Kisaran Tubuh

Jumar (2000) menyatakan bahwa serangga memiliki kisaran suhu tertentu dimana dia dapat hidup. Di luar kisaran suhu tersebut serangga akan mati kedinginan atau kepanasan. Pengaruh suhu ini jelas terlihat pada proses fisiologi serangga. Pada suhu tertentu aktifitas serangga tinggi, akan tetapi pada suhu lain akan berkurang atau menurun. Pada umumnya kisaran suhu efektif adalah: suhu minimum  $15^{\circ}\text{C}$ , suhu optimum  $25^{\circ}\text{C}$ , dan suhu maksimum  $45^{\circ}\text{C}$ . Natawigena (1990), menambahkan bahwa pada suhu optimum kemampuan untuk melahirkan besar, dan kematian (mortalitas) sebelum batas umur sedikit.

## 2. Kelembaban

Jumar (2000) menyatakan bahwa kelembaban yang dimaksud adalah kelembaban tanah, udara dan tempat hidup serangga dimana merupakan faktor penting yang mempengaruhi distribusi, kegiatan dan perkembangan serangga. Natawigena (1990), menambahkan bahwa dalam kelembaban yang sesuai, serangga lebih tahan terhadap suhu ekstrim.

## 3. Cahaya

Natawigena (1990), menyatakan bahwa cahaya adalah faktor ekologi yang besar pengaruhnya terhadap serangga seperti terhadap lamanya hidup, cara bertelur, berubah arah terbang, karena banyak serangga yang mempunyai reaksi positif terhadap cahaya.

## 4. Angin

Angin dapat berpengaruh terhadap proses penguapan badan serangga dan dapat ikut berperan dalam penyebaran suatu hama dari tempat satu ke tempat yang lain tapi angin yang kencang dapat membunuh beberapa serangga seperti kupu-kupu (Natawigena, 1990)

## 5. Makanan

Natawigena (1990) menyatakan bahwa makanan dengan kualitas yang cocok dan kuantitas yang cukup akan menyebabkan naiknya populasi

dengan cepat dan sebaliknya makanan dengan kualitas yang tidak cocok dan kuantitas yang kurang akan menyebabkan naiknya populasi dengan lambat.

## 6. Musuh Alami

Musuh alami dapat berupa serangga, bakteri, cendawan, virus, dan binatang lainnya yang dapat mengganggu atau menghambat karena membunuh atau memakannya, memarasit, atau menjadi penyakit, atau dapat berkompetisi antar mereka dalam mencari makanan atau berkompetisi dalam gerak ruang hidup (Natawigena, 1990).

## 2.9 Tinjauan Umum Tanaman Apel (*M. sylvestris* Mill)

Apel merupakan tanaman buah tahunan yang berasal dari daerah Asia Barat dengan iklim sub tropis. Di Indonesia apel telah ditanam sejak tahun 1934 hingga saat ini (Soelarso, 1997) dan (Anonim, 2007). Menurut Soelarso (1997) dan Millotia (2008), mengklasifikasikan tanaman apel sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta  
Subdivisio : Angiospermae  
Klas : Dicotyledonae  
Ordo : Rosales  
Famili : Rosaceae  
Genus : Malus  
Spesies : *Malus sylvestris* Mill

Dari spesies *M. sylvestris* Mill ini, terdapat bermacam-macam varietas yang memiliki ciri-ciri atau kekhasan tersendiri. Contoh Apel Anna, ini juga dikenal sebagai apel jonathan. Bentuk dan warnanya mirip apel impor. Bentuk buah apel ini lonjong seperti trapesium terbalik dengan pangkal berlekuk dalam dan ujung berlekuk dangkal. Kulitnya sangat tipis sehingga tidak bisa disimpan terlalu lama. Warna kulitnya merah tua sangat menarik. Daging buah yang baru dipetik rasanya asam dan aromanya kurang tajam ( Soelarso, 1996).

Di Indonesia apel dapat tumbuh dan berbuah baik di daerah dataran tinggi. Sentra produksi apel di Malang (Batu dan Poncokusumo) dan Pasuruan (Nongkojajar), Jatim. Di daerah ini apel telah diusahakan sejak tahun 1950, dan berkembang pesat pada tahun 1960 hingga saat ini. Selain itu daerah lain yang banyak dinamai apel adalah Jawa Timur (Kayumas-Situbondo, Banyuwangi), Jawa Tengah (Tawangmangu), Bali (Buleleng dan Tabanan), Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan. Sedangkan sentra penanaman dunia berada di Eropa, Amerika, dan Australia ( Soelarso, 1996).

## **2.10 Syarat Tumbuh**

### **2.10.1 Iklim**

Curah hujan yang ideal adalah 1.000-2.600 mm/tahun dengan hari hujan 110-150 hari/tahun (Anonim, 2007). Sedangkan ( Soelarso, 1996), menyatakan bahwa curah hujan yang ideal adalah 1.600-2.600 mm/tahun dengan hari hujan 110-150 hari/tahun.

Dalam setahun banyaknya bulan basah adalah 6-7 bulan dan bulan kering 3-4 bulan (Anonim, 2007). Sedangkan ( Soelarso, 1996), menyatakan bahwa dalam setahun banyaknya bulan basah adalah 6-7 bulan dan bulan kering 3-4 bulan, tetapi curah hujan yang tinggi saat berbunga akan menyebabkan bunga gugur sehingga tidak dapat menjadi buah. Tanaman apel membutuhkan cahaya matahari yang cukup antara 50-60% setiap harinya, terutama pada saat pembungaan dan suhu yang sesuai berkisar antara 16-27 °C (Anonim, 2007). Sedangkan ( Soelarso, 1996), menyatakan bahwa apel membutuhkan cukup cahaya matahari yang cukup antara 50-75% setiap harinya dan suhu yang sesuai berkisar antara 16-25 °C. Kelembaban udara yang dikehendaki tanaman apel sekitar 75-85% ( Soelarso, 1996) dan (Anonim, 2007).

### **2.10.2 Media Tanam**

Soelarso (1996), menyatakan bahwa tanaman apel tumbuh dengan baik pada tanah yang bersolum dalam, mempunyai lapisan organik tinggi, dan struktur tanahnya remah dan gembur, mempunyai aerasi, penyerapan air, dan porositas baik, sehingga pertukaran oksigen, pergerakan hara dan kemampuan penyimpanan airnya optimal. Tanah yang cocok adalah Latosol dan Andosol. (Anonim, 2007), menambahkan bahwa Tanah yang cocok selain Latosol dan Andosol adalah Regosol. Derajat keasaman tanah (pH) yang cocok untuk tanaman apel adalah 6-7. Dalam pertumbuhannya tanaman apel membutuhkan kandungan air tanah yang cukup akan tetapi kelerengan yang terlalu tajam akan menyulitkan perawatan tanaman.

### **2.10.3 Ketinggian Tempat**

Tanaman apel dapat tumbuh dan berbuah baik pada ketinggian 700-1200 m dpl dengan ketinggian optimal 1000-1200 m dpl ( Soelarso, 1996 ).

### **2.11 Reproduksi Tanaman Apel**

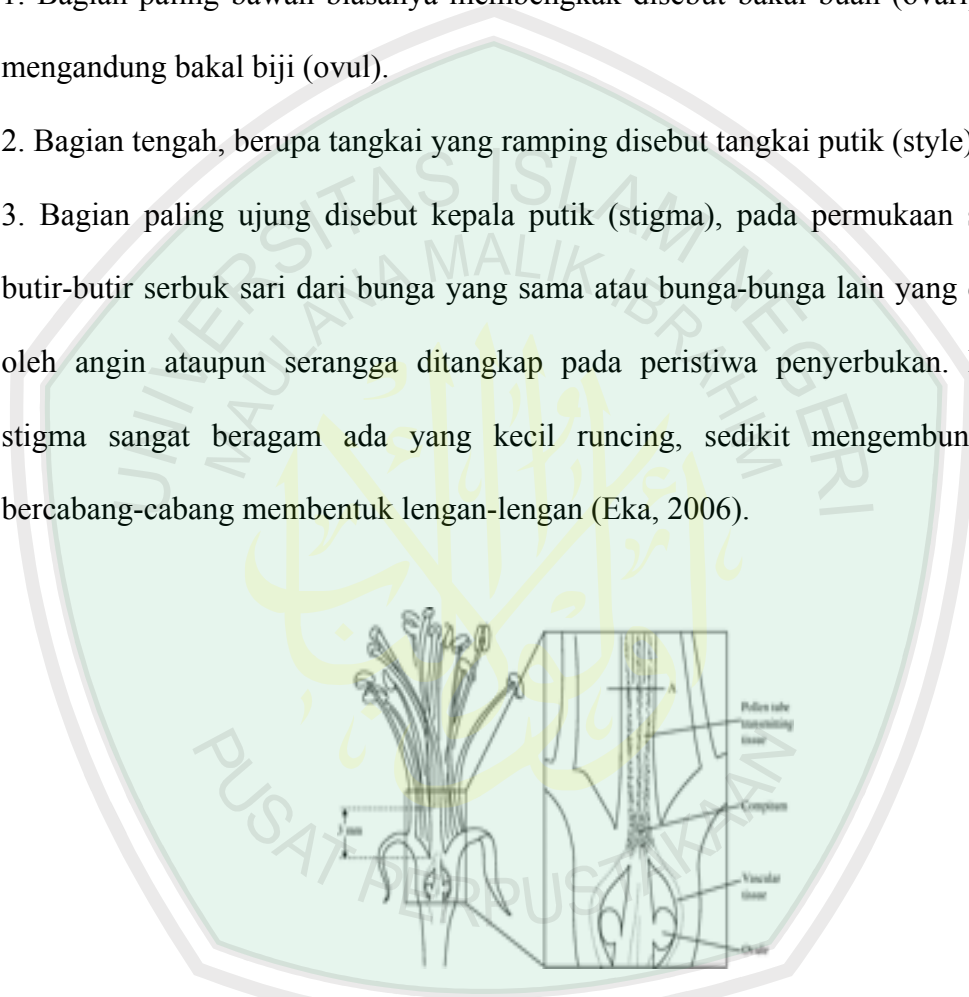
Secara evolusi kesuksesan suatu organisme diukur dari kemampuannya menghasilkan keturunan yang fertil. Oleh sebab itu dari sudut pandang evolusi seluruh struktur dan fungsi dari organ tumbuhan diarahkan untuk memberikan dukungan dalam mekanisme reproduksi. Pada tanaman apel struktur yang secara khusus bertugas dalam proses reproduksi adalah bunga (Eka, 2006).

Mahkota terdapat benangsari (stamen) yang terdiri atas tangkai sari (filament) yang mendukung kotak sari (anter). Benangsari merupakan alat kelamin jantan yang menghasilkan serbuk sari (polen). Polen dibentuk dan Bunga merupakan modifikasi dari tunas yang mendukung bagian-bagiannya, yaitu kelopak, mahkota, benang sari dan putik yang merupakan modifikasi dari daun dalam suatu susunan yang rapat. Kelopak (calyx) terdiri dari daun-daun kelopak (sepal). Kelopak terdapat pada bagian dari bunga, menyelubungi bagian bunga lainnya, pada umumnya berwarna hijau, berfungsi untuk melindungi kuncup. Mahkota (corolla) terdiri dari daun mahkota (petal), bagian ini biasanya memiliki tekstur dan warna yang menarik. Keanekaragaman tekstur dan warna mahkota ditujukan untuk menarik perhatian serangga penyerbuk. Di sebelah dalam disimpan di dalam kotak sari. Bagian paling dalam dari bunga adalah putik

(gynoecium). Putik terbentuk sebagai hasil pelekatan daun-daun buah (carpel). Putik dapat terdiri dari satu atau beberapa daun buah (Eka, 2006).

Putik terdiri atas 3 bagian yaitu :

1. Bagian paling bawah biasanya membengkak disebut bakal buah (ovari), yang mengandung bakal biji (ovul).
2. Bagian tengah, berupa tangkai yang ramping disebut tangkai putik (style).
3. Bagian paling ujung disebut kepala putik (stigma), pada permukaan stigma, butir-butir serbuk sari dari bunga yang sama atau bunga-bunga lain yang dibawa oleh angin ataupun serangga ditangkap pada peristiwa penyerbukan. Bentuk stigma sangat beragam ada yang kecil runcing, sedikit mengembung atau bercabang-cabang membentuk lengan-lengan (Eka, 2006).



Gambar 3. Struktur bunga apel yang memiliki 2 stilus yang saling menyatu dan 2 buah ovula (Anonim, 2007).

Stigma terdapat pada 2 stilus yang saling menyatu pada setiap bagian dasarnya. Stilus tersebut bertipe solid dengan pusat jaringan transmisi yang polennya tumbuh secara interselular. Ginoecium apel dipercaya menjadi



syncarpous yang tidak sempurna dan setiap karpela terdiri dari dua ovula yang berpotensi membentuk dua biji atau sepuluh biji per buah (Anonim, 2007).

Ciri-ciri bunga yang diserbukkan oleh serangga pollinator yaitu: 1) Mahkota bunga berwarna-warni, 2) Berbau harum, 3) Menghasilkan kelenjar madu, 4) Serbuk sari berlendir sehingga mudah melekat, 5) Putik tersembunyi dan berlendir. Proses penyerbukan bisa juga dibantu oleh hewan lain seperti burung dan kelelawar. Namun bunga yang dihasilkan biasanya berbau tidak harum dan tidak menghasilkan kelenjar madu (Eka, 2006).

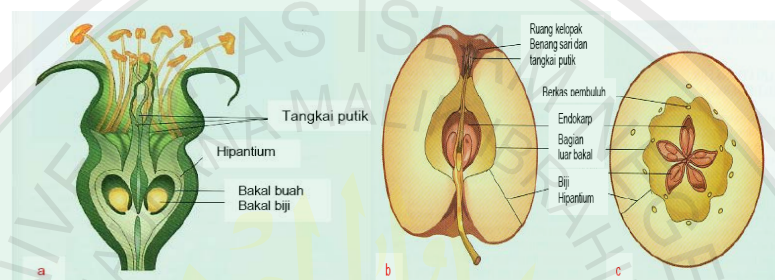
Eka (2006), menyatakan bahwa tahapan proses penyerbukan dengan bantuan agen penyerbuk (serangga) adalah sebagai berikut:

1. Bunga memproduksi ovule yang merupakan sel kelamin betina pada saat bunga mekar.
2. Agen penyerbuk mengunjungi bunga untuk mengambil nektar atau/ dan serbuk sari.
3. Pada saat meninggalkan bunga, agen serangga pollinator secara sadar/tidak sadar meletakkan serbuk sari (sel kelamin jantan), dari bunga jantan dari jenis tumbuhan yang sama, pada kepala putik dari bunga betina.
4. Serbuk sari tersebut selanjutnya bergerak memasuki tabung serbuk sari dan membuahi ovule. Proses ini dikenal sebagai proses fertilisasi dan merupakan proses penting dalam pembentukan biji dan daging buah.

Hewan yang beraksi dalam proses penyerbukan adalah jenis serangga, seperti kupu-kupu, ngengat atau lebah. Hewan-hewan ini yang membawa serbuksari dari satu bunga ke bunga yang lain, tapi masih pada satu jenis bunga

(Eka,2006).

Pada buah apel, buah sesungguhnya yang berasal dari penebalan bakal buah hanyalah bagian tengah yang disebut “core”. Sedangkan bagian yang tebal berdaging dan lunak yang sehari-hari kita makan merupakan bagian dasar bunga yang bergabung dengan bakal buah yang turut membentuk buah.



Gambar 4. Perkembangan buah apel : a. potongan membujur dari bunga.;b. potongan membujur dari buah.; c.potongan melintang buah. (Eka, 2006).

Buah berdaging seperti apel menjadi lunak akibat aktivitas enzim yang melemahkan dinding sel. Proses pemasakan juga mengubah warna buah dari hijau menjadi merah, jingga atau kuning. Selain itu buah juga menjadi manis akibat konversi asam-asam organik atau pati menjadi gula. Sebelum masak buah-buah seperti apel atau pir berasa asam karena kandungan asam yang tinggi. Buah-buah yang berdaging dan enak dimakan lebih-lebih yang dilengkapi dengan warna atau aroma menarik ini merupakan undangan bagi hewan untuk membantu penyebaran biji. Apel merupakan contoh buah tunggal yaitu buah yang berbunga dari satu bunga dengan satu putik (Eka, 2006).

## 2.12 Teori Keanekaragaman

Keanekaragaman menurut Pielou (1975) adalah jumlah spesies yang ada pada suatu waktu dalam komunitas tertentu. Southwood (1978) membagi keanekaragaman menjadi keanekaragaman  $\alpha$ , keanekaragaman  $\beta$  dan keanekaragaman  $\gamma$ . Keanekaragaman  $\alpha$  adalah keanekaragaman spesies dalam suatu komunitas atau habitat. Keanekaragaman  $\beta$  adalah suatu ukuran kecepatan perubahan spesies dari satu habitat ke habitat lainnya. Keanekaragaman  $\gamma$  adalah kekayaan spesies pada suatu habitat dalam satu wilayah geografi (contoh:pulau). Smith (1992) menambahkan bahwa keanekaragaman  $\beta$  atau keanekaragaman antar komunitas dapat dihitung dengan menggunakan beberapa teknik, yaitu kesamaan komunitas dan indeks keanekaragaman.

Keanekaragaman organisme didaerah tropis lebih tinggi dari pada di daerah sub tropis, hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Price (1997), yaitu:

### 1. Teori Waktu

Asumsi teori waktu adalah semua komunitas beragam dengan waktu, oleh karena itu komunitas yang lebih tua mempunyai banyak spesies dari pada komunitas yang masih muda.

### 2. Teori Heterogenitas Ruang

Pada umumnya peningkatan keanekaragaman dapat terjadi dengan semakin mendekatinya daerah tropis. Lingkungan fisik yang lebih heterogen dan kompleks dapat menghasilkan komunitas binatang dan tanaman yang lebih

kompleks dan beragam, dengan demikian semakin mendekati daerah tropis jumlah habitat akan semakin meningkat. Tingginya padat populasi dan keanekaragaman habitat di daerah tropis kemungkinan disebabkan oleh kondisi iklim yang stabil. Stabilitas iklim dapat mendukung peningkatan keanekaragaman tanaman, sehingga meningkatkan keanekaragaman serangga.

### 3. Teori Hipotesis Kompetisi

Seleksi alam di daerah sub tropis sebagian besar dikendalikan oleh lingkungan fisik, sedangkan di daerah tropis dikendalikan oleh seleksi biologis. Oleh karena itu, di daerah tropis hambatan lebih banyak dalam bentuk tipe pakan dan kebutuhan akan habitat, sehingga lebih banyak spesies yang hidup bersama (berkoeksistensi) di dalam habitatnya.

### 4. Teori Hipotesis Predasi

Di daerah tropis jumlah predator dan parasit lebih banyak daripada di daerah sub tropis, sehingga musuh alami tersebut sangat berperan dalam ikut menurunkan kompetisi interspesifik di antara populasi mangsa. Dengan menurunnya kompetisi, maka hal itu dapat mendorong penambahan spesies mangsa baru karena di antara spesies mangsa tersebut terjadi koeksistensi. Selain itu, penambahan predator baru ke dalam sistem tersebut semakin menambah tingkat keanekaragaman komunitas di daerah tropis.

### 5. Teori Stabilitas Iklim

Daerah dengan iklim stabil mendorong terjadinya evolusi organisme ke arah spesialisasi dan adaptasi dari pada di daerah dengan iklim yang mudah berubah (sub tropis). Hal ini disebabkan karena di dalam keadaan yang stabil, sumber daya berada dalam keadaan konstan.

#### 6. Teori Hipotesis Produktifitas

Teori ini menyebutkan bahwa semakin besar produksi, maka akan menghasilkan keanekaragaman yang lebih besar pula, dengan kata lain semakin luas dasar piramida energi, maka semakin banyak spesies di dalam piramida tersebut.

#### 7. Teori Area yang Tersedia sebagai Sumberdaya Primer bagi Keanekaragaman Spesies

Eksistensi suatu spesies di dalam area yang luas meningkatkan kesempatan isolasi di antara populasi melalui spesiasi. Area yang lebih luas dengan keadaan iklim yang sama mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi.

#### 8. Teori Sumber Daya Terbatas

Keanekaragaman tanaman yang tinggi di daerah hutan tropis disebabkan oleh ketidakmampuan spesies untuk berbunga dominan di tanah dengan status nutrisi yang sangat rendah. Status nutrisi yang rendah ditentukan oleh suhu dan curah hujan yang tinggi dengan konsekuensi daur ulang atau pencucian nutrisi

yang cepat. Karena terbatasnya nutrisi, spesialisasi niche ditingkatkan dan sebagai hasilnya lebih banyak spesies yang berkoeksistensi.

## 9. Teori Binatang Pollinator

Di daerah tropis penyerbukan dengan bantuan angin tidak efektif, sehingga sebagian besar tanaman diserbuk oleh binatang, misalnya serangga, burung dan kelelawar. Penyerbukan dengan bantuan serangga, terutama lebah madu dapat memungkinkan terjadinya isolasi di antara populasi tanaman, dengan demikian dapat meningkatkan laju spesiasi. Peningkatan laju spesiasi di daerah tropis karena peran serangga pollinator dapat menghasilkan tingkat keanekaragaman spesies yang lebih tinggi.

Soegianto (1994), menambahkan bahwa keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki kompleksitas tinggi, karena dalam komunitas itu terjadi interaksi spesies yang tinggi pula. Jadi dalam suatu komunitas yang mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi akan terjadi interaksi spesies yang melibatkan transfer energi, predasi, kompetisi, dan pembagian relung yang secara teoritis lebih kompleks.

Para ahli ekologi setuju bahwa konsep keanekaragaman jenis dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas. Beberapa ahli ekologi lain ada yang menggunakan keanekaragaman jenis sebagai suatu indeks kematangan komunitas, dengan alasan bahwa komunitas menjadi matang bila lebih kompleks dan lebih stabil.

## 2.13 Pertanian Organik

Pertanian organik adalah sistem produksi pertanian yang holistik dan terpadu, dengan cara mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas agro-ekosistem secara alami, sehingga menghasilkan pangan dan serat yang cukup, berkualitas, dan berkelanjutan (Anonim, 2006a).

Komponen pendukung praktek pertanian organik adalah :

1. Lahan harus bebas dari cemaran bahan agrokimia dari pupuk dan pestisida. Terdapat dua pilihan lahan: (1) lahan pertanian yang baru dibuka atau, (2) lahan pertanian intensif yang dikonversi untuk lahan pertanian organik. Lama masa konversi tergantung sejarah penggunaan lahan, pupuk, pestisida dan jenis tanaman.
2. Menghindari benih atau bibit hasil rekayasa genetika (*Genetically Modified Organism-GMO*). Sebaiknya benih berasal dari kebun pertanian organik. Hal ini karena menjaga kelestarian genetik lokal dan timbulnya hama baru yang dibawa oleh bibit rekayasa genetika.
3. Menghindari penggunaan pupuk kimia sintetis dan zat pengatur tumbuh.
4. Peningkatan kesuburan tanah dilakukan secara alami melalui penambahan pupuk organik, sisa tanaman, pupuk alam, dan rotasi dengan tanaman legum.
5. Menghindari penggunaan pestisida kimia sintetis. Pengendalian hama, penyakit dan gulma dilakukan dengan cara mekanis, biologis dan rotasi tanaman.
6. Penanganan pasca panen dan pengawetan bahan pangan menggunakan cara-cara yang alami. Anonim (2006b) menyatakan bahwa kata kunci dari pertanian organik adalah organik, yang berarti menyadari bagian dari alam, baik dilihat dari

sisi petaninya, tanaman, maupun pola budi daya. Oleh karena itu, dalam pertanian organik, petani organis sebagai individu maupun kelompok selalu bersikap positif.

Karena prinsip organis, maka pupuk dan pestisida kimia tidak digunakan lagi. Hama tidak dibasmi tetapi dikendalikan dengan pestisida botani yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan berlebihan pestisida botani juga akan mematikan musuh (predator) alami hama. Pestisida botani digunakan hanya jika populasi hama meningkat. Jika sudah terjadi lagi keseimbangan antara hama dengan predatornya atau pemangsanya, maka penggunaan pestisida botani dihentikan.

Apel organik telah dikembangkan di kota Batu, walaupun masih dalam lahan yang terbatas. Ghozali (2007) menjelaskan bahwa apel organik mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan apel anorganik, diantaranya adalah :

1. Kandungan gizinya mampu menjaga dan meningkatkan kesehatan manusia.
2. Berdampak positif pada upaya konservasi dan rehabilitasi sumber daya alam.
3. Ramah lingkungan.
4. Berpeluang untuk diekspor.
5. Biaya produksi apel lebih rendah.

### **2.13.1 Peranan Pupuk Organik dan Pupuk Alami**

Pupuk organik merupakan pupuk dengan bahan dasar yang diambil dari alam dengan jumlah dan jenis unsur hara yang terkandung secara alami. Pemberian pupuk organik berpengaruh positif terhadap tanaman. Dengan bantuan jasad renik yang ada di alam tanah maka bahan organik akan berubah menjadi humus. Humus ini merupakan perekat yang baik bagi butir-butir tanah saat



membentuk gumpalan tanah Lusianah (2005). Susanto (2002) menjelaskan bahwa beberapa kelebihan dari pupuk organik antar lain:

#### 1. Mempunyai sifat fisik tanah

Bahan organik membuat tanah menjadi gembur dan lepas-lepas, sehingga aerasi menjadi lebih baik serta lebih mudah ditembus perakaran tanaman.

#### 2. Mempunyai sifat kimia tanah

Kapasitas tukar kation (KTK) dan ketersediaan hara meningkat dengan penggunaan bahan organik. Asam yang terkandung humus membantu meningkatkan proses pelapukan bahan mineral.

#### 3. Mempunyai sifat biologi tanah

Bahan organik akan menambah energi yang diperlukan kehidupan mikroorganisme tanah yang kaya bahan organik akan mempercepat perbanyakan: fungi, bakteri, makroflora dan makrofauna tanah tanaman).

Pupuk kandang merupakan pupuk organik dari hasil fermentasi kotoran padat dan cair hewan ternak yang pada umumnya kelas mamalia dan unggas. Pupuk kandang selain mengandung unsur makro seperti N, P, K juga mengandung unsure mikro Ca, Mg, S pemberian pupuk kandang juga dapat meningkatkan pH tanah dan asam (Ismawati dalam Tazkiyati, 2005). Dalam hal ini cocok untuk tanaman apel batu.

Tazkiyati (2005), menjelaskan bahwa pemberian pupuk organik ini diharapkan dapat membantu menetralkan racun akibat logam berat dalam tanah,

memperbaiki struktur tanah, menjadikan tanah menjadi gembur, membantu penyerapan pupuk kimia, mempertahankan suhu tanah sehingga fluktuasi tidak tinggi, mendorong kehidupan jasad renik.

Novizan (2002), menjelaskan bahwa pestisida alami adalah pestisida yang mengacu pada dua hal:

1. Residu pestisida alami lebih cepat terurai oleh komponen-komponen alam, sehingga tidak akan menyebabkan pencemaran air dan tanah.
2. Daya racun dari pestisida alami hanya mematikan OPT jenis tertentu dan relatif aman bagi musuh alami, manusia, mamalia, dan ikan. Meskipun disebut ramah lingkungan tidak berarti memiliki daya toksisitas rendah, beberapa pestisida botani memiliki toksisitas lebih tinggi dibanding pestisida sintetis misalnya nikotin.

### **2.13.2 Peranan Pupuk Anorganik dan Pestisida Sintetis**

Tazkiyati (2005), menjelaskan bahwa keanekaragaman pupuk anorganik sebetulnya sangat menguntungkan petani jika dipahami betul aturan pakai, sifat, dan manfaat bagi tanaman. Unsur hara dibedakan menjadi 3 macam yaitu primer, sekunder dan mikro:

1. Unsur hara primer sangat dibutuhkan dalam jumlah lebih banyak misalnya N, P, K unsur ini dapat berasal dari pupuk urea, sp-36.
2. Unsur sekunder misalnya Ca, Mg, dan S unsur ini dalam bentuk kapur dan ZA.
3. Unsur mikro misalnya Fe, Zn, Cu, dan Cl.

Novizan (2002) menjelaskan bahwa pestisida sintetis mempunyai dampak positif diantaranya lebih praktis, toksisitas tinggi tetapi juga mempunyai dampak negatif diantaranya pencemaran air dan tanah yang sulit terurai, matinya musuh alami dari organisme pengganggu tanaman, dan kematian organisme seperti pollinator.

#### 2.14 Analisis Komunitas

Analisis komunitas bertujuan untuk mengetahui berbagai dinamika dalam agroekosistem yang mencakup Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Diversitas ( $H'$ ), Koefisien Kesamaan Komunitas ( $C_s$ ). Rumus dan fungsi keteterangkan sebagai berikut:

1. Indeks Nilai Penting untuk mengetahui persentase atau besarnya pengaruh yang diberikan suatu pollinator terhadap komunitasnya ( $INP = Fr + Kr$ ) Soegianto (1994).

2. Diversitas adalah jumlah total keseluruhan variasi yang terdapat pada makhluk hidup dari mulai den, jenis hingga ekosistem disuatu tempat atau biosfer (Krebs, 1989). Indeks Diversitas yang mengkombinasikan antara kekayaan jenis dan pemerataan kedalam suatu nilai. Menurut Soegianto (1994), Nilai  $H'$  berkisar antara 0-1 yaitu: jika nol berarti keanekaragaman rendah dan jika 1 keanekaragaman tinggi ( $H' = - \sum P_i \log P_i$ ).

3. Koefisien kesamaan komunitas adalah ukuran kesamaan relatif dari dua lahan yang di dalamnya termasuk komposisi jenis ( $Q_s = \frac{2j}{a+b}$ ) (Southwood, 1978).

Prosentase indeks kesamaan komunitas adalah 100% ,yaitu bila pada kedua habitat hidup jenis hewan yang sama (Muhammad, 2003).

## 2.15 Kajian Lebah dalam Al-Qur'an

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَىٰ الْأَنْحَلِ أَنْ أَعْنِدِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ  
الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي  
سُبُلَ رَبِّكِ ذُلَالًا ۚ تَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ  
شِفَاءٌ لِّلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾

Artinya: Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: "Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia",.Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu). dari perut lebah itu ke luar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan".

### 2.15.1 Tafsir al- Azhar

Tafsir *Dan telah Kami wahyukan kepada lebah.*(pangkal ayat 68) adalah bahwa Wahyu bukan berarti sebagai wahyu kepada Nabi-nabi dan Rasul - rasul. Sebab sudah nyata lebah tidak akan mendapat wahyu semacam itu. Wahyu artinya ialah apa yang dinamai dalam bahasa Indonesia *naluri* atau *gharizah*, yang ada pada binatang untuk mempertahankan hidup mereka (Malik, 1973).

Tafsir *wahyu* atau *naluri* yang diberikan Allah kepada lebah itu ialah: *Hendaklah engkau jadikan sebagian dari gunung- gunung sebagai rumah-rumah.*

Lebah membuat sarangnya dilereng- lereng gunung untuk berlindung, yaitu

dicelah- celah batu, *dan dari pohon- pohonan*, yaitu pohon yang disukai sekali oleh lebah membuat sarang, *dan dari apa yang mereka jadikan atap*. ( ujung ayat 68). Yaitu bahwa lebah juga suka membuat sarang pada bumbungan rumah dibawah atap. *Kemudian itu*, (pangkal ayat 69) yaitu jika lebah setelah selesai membuat sarang dan bertelur dan beranak pinak, maka *makanlah dari tiap-tiap macam buah buahan* atau bunga- bunga yang harum, yang berbagai macam ada dihutan, dan ada dikebun-kebun (Malik, 1973) .

Tafsir *Lalu berjalanlah di jalan Tuhan mu dengan merendahkan diri*. adalah bahwa tunduklah kepada peraturan Allah yang telah ditentukan buat alam lebah, yang kalau kita pelajari, sangatlah ta'jub kita melihat betapa indahny peraturan itu. Misalnya bahawa lebah membuat sarang. Dia mempunyai kepala keluarga yang sangat berkuasa, yaitu seekor ibu lebah, lebah betina, dialah kepala yang amat berkuasa dari seluruh lebah itu. Untuk mencapai menjadi lebah induk, terlebih dahulu terjadi peraduan kekuatan diantara beberapa ekor lebah betina, yang menang menjadi induk dan lebah- lebah betina lain yang dibawah perintahnya itu wajib menghasilkan telur, dan lebah -lebah jantan sehabis kawin, hendaklah mencari makan, mencari bunga, mengisap manisan pada buah- buahan dan membawanya pulang (Malik, 1973) .

Tafsir *Jalan Allah* adalah suatu yang amat ajaib dan amat mengagumkan, yang dituruti dengan patuh dan merendahkan diri oleh seluruh lebah dunia ini. *Akan keluar dari perutnya minuman yang beraneka warnanya*, yaitu manisan lebah atau madu lebah yang terkenal. Ada yang kuning, ada yang merah, hitam, keputihan dan lain lain menurut warna bunga - bunga yang disarinya (Malik,

1973).

Tafsir *Padanya ada obat bagi manusia* ialah banyak penyakit yang dapat disembuhkan dengan madu lebah itu, dan diakui khasiatnya baik oleh tabib obat-obatan Timur, atau dokter yang mendapat Ilmu pendidikan ilmu obat-obatan secara modern (Malik, 1973).

Tafsir *Sesungguhnya pada yang demikian itu, adalah satu tanda bagi kaum yang berfikir.* (ujung ayat 69) ialah kita di suruh berfikir madu lebah tidak sama warnanya dan tidak sama rasanya sesuai daerah atau tanah tempat lebah itu bersarang (Malik, 1973).

#### 2.15.2 Tafsir Qur'anul Majid

Tafsir *wa aukha ila robika annakhli* ditafsirkan bahwa tuhanmu mengilhamkan kepada lebah dan mengajarnya pekerjaan yang bisa dibayangkan lebah itu berakal, dan tafsir *ilham* yang di berikan kepada lebah adalah seperti yang dijelaskan pada ayat *Anittakhidzi min jibali buyutan wamina syajari wamimma ya'risyun* ditafsirkan bahwa buatlah sarangmu di bukit-bukit, dan pohon-pohon atau di punggung-punggung tanaman yang di buat manusia, Allah mengilhamkan kepada lebah supaya membuat sarang-sarang dari tempat tersebut untuk mengeluarkan madu (Hasbi, 2003).

Tafsir *Tsuma kuli min kulli tsamaroti* ditafsirkan bahwa Allah mengilhamkan kepada lebah, yaitu hisaplah madu bunga yang kamu ingini, baik yang manis, pahit atau yang lainnya (Hasbi, 2003).

Tafsir *fasluki subula robbika dhululan* ditafsirkan bahwa tempuhlah jalan

yang Allah ilhamkan supaya kamu menjalaninya dan masuklah ke tempat-tempat yang kamu bisa mencari buah-buahan, semua itu tidak sukar bagimu meskipun juga tidak mudah, ia dapat kembali kesarangnya walaupun betapa jauh jalan yang lebah tempuh (Hasbi, 2003).

Tafsir *Yakhruju min butuniha syarobun mukhtalifun alwanuhu* ditafsirkan bahwa dari perut lebah keluar madu macam-macam warnanya ada yang putih ada yang kuning dan ada yang merah sesuai dengan tempat pemeliharannya (Hasbi, 2003).

Tafsir *Fihi sifaun linas* ditafsirkan bahwa madu yang keluar dari perut lebah menjadi berbagai macam penyakit dan dimasukkan kedalam ramuan obat-obatan, Tafsir *ina fidhalika laayata likaumi yatafakarun* ditafsirkan sungguh bukti yang nyata bagi kaum berfikir dan mengambil pelajaran (Hasbi, 2003).

### 2.15.3 Tafsir Ibnu Kasir

Tafsir *wa aukha ila robika annakhli* ditafsirkan bahwa wahyu adalah ilham, petunjuk, dan bimbingan bagi lebah agar membuat sarang tempat berlindung di gunung-gunung, di pohon-pohon dan tempat yang di bangun manusia. Sarang lebah sangat kuat dan sempurna (bagi ukuran lebah), bentuknya segi enam, dan kerapatan selnya tidak ada yang berlubang. Allah memberinya kemampuan untuk memakan berbagai jenis buah-buahan dan untuk menempuh jalan yang di mudahkan Allah baginya saesuai dengan kemampuannya baik di udara, darat, lembah dan pegunungan lalu ia kembali kesarangnya tanpa tersesat, ia membuat malam apa yang ada pada sayapnya, kemudian ia pergi di pagi hari

untuk mencari makan (Nasib, 1993).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian dilakukan mulai bulan 27 Januari 2008 sampai dengan 5 Pebruari 2008, di perkebunan apel organik milik kelompok tani AKAL (Angudi Keluhuran Agrobis Lokal), apel organik seluas 150 m<sup>2</sup> dan apel anorganik seluas 150 m<sup>2</sup> milik Saikan Desa Bumiaji Kota Batu. Penelitian dilanjutkan di Laboratoium Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah alat pengamatan (*traping*) yang terdiri dari *fly net*, penggaris/jangka sorong, pinset, kaca pembesar/mikroskop binokuler, *fial*, *lightmeter*, *termometer*, *higrometer*, penghitung tangan *hand counter*, botol pembunuh, blangko data, kamera digital, foto *microcomp*, alat tulis menulis dan buku identifikasi (Borrer, 1996) dan (Kalshoven, 1981).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alkohol 70%.

#### **3.3 Metode Penelitian**



Penelitian bersifat deskriptif kuantitatif. Penelitian menggunakan metode eksplorasi, yaitu dengan mengadakan pengamatan terhadap serangga pollinator yang ada di perkebunan apel pada fase bunga.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

Pengamatan terhadap serangga pollinator dilakukan pada fase bunga tanaman apel. Sampel diambil dengan menggunakan metode mutlak (absolute) (Untung, 1996), dengan tahapan sebagai berikut :

1. Ditentukan lokasi yang akan digunakan dengan mengamati lingkungan fisiknya.
2. Disiapkan peralatan yang akan digunakan untuk pengamatan.
3. Diamati komponen biotik (keadaan tanaman dan serangga yang ada di tanaman tersebut), lingkungan abiotik (intensitas cahaya matahari, suhu, kelembaban) dan apakah lingkungan tersebut dilewati orang atau tidak.
4. Ditentukan secara sistematis sampel tanaman apel yang diamati.
5. Ditentukan metode pengambilan sampel di lapang, yaitu dengan metode absolut (dengan pengamatan langsung) pada bunga tanaman apel. Sampel yang digunakan adalah 100 tanaman dilahan organik dan 100 tanaman dilahan anorganik yang diamati secara bersamaan.
6. Diamati selama 6 menit dan 10 kali ulangan dalam sepuluh hari di mulai hari ke dua puluh dari fase perompesan secara sistematis untuk tiap sampel.
7. Dilakukan penangkapan untuk pollinator yang belum dikenali dengan jaring serangga, dan dimasukkan kedalam fial untuk didata dalam tabel pengamatan.
8. Data dimasukkan ke dalam tabel pengamatan.

9. Serangga yang diperoleh kemudian dibuat spesimen kering atau basah untuk keperluan identifikasi.

10. Identifikasi dilakukan dengan bantuan Kalshoven (1981), taksonomi dari SEL-PSI-USDA dan British Museum (Sunarto, 1993).

### 3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan diuji dengan menggunakan uji T untuk mengetahui perbedaan nilai tengah kedua lahan perkebunan (Yitnosumarto, 1994).

Untuk menganalisis komunitas serangga digunakan:

#### 1. Menentukan Indeks Nilai Penting (INP)

Untuk mengetahui persentase jenis serangga terhadap komunitasnya, dihitung indeks nilai pentingnya dengan menggunakan rumus yang tercantum dalam Soegianto (1994), sebagai berikut:

1. Frekuensi (F)

$$Fi = \frac{Ji}{K}$$

$Fi$  : Frekuensi relatif untuk spesies ke  $i$

$Ji$  : Jumlah plot yang terdapat spesies ke  $i$

$K$  : Jumlah total plot yang dibuat

2. Frekuensi relatif (Fr) dengan rumus:

$$Fr = \frac{Fi}{\sum F} \times 100$$

$Fr$  : Frekuensi relatif spesies ke  $i$

$F_i$  : Frekuensi untuk spesies ke  $i$

$\sum F$  : Jumlah total frekuensi untuk semua spesies

3. Kelimpahan (K) dengan rumus:

$$K = \frac{ni}{A}$$

$K$  : Kelimpahan spesies untuk spesies ke  $i$

$ni$  : Jumlah total individu spesies ke  $i$

$A$  : Luas total daerah yang disampling

4. Kelimpahan relatif ( $K_r$ ) dengan rumus:

$$K_r = \frac{K_i}{\sum K} \times 100$$

$K_r$  : Kelimpahan relatif spesies ke  $i$

$K_i$  : Kelimpahan untuk spesies ke  $i$

$\sum K$  : Jumlah kelimpahan semua spesies

5. Indeks Nilai Penting

$$INP = Fr + Kr$$

$Fr$  : Frekuensi relatif

$Kr$  : Kelimpahan relatif

## 2. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dari Shannon-Wiener (Soegianto, 1994).

Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman dengan metode sampel acak sebagai tolak ukur stabilitas komunitas, maka dicari indeks keanekaragaman

shannon dengan menggunakan rumus yang tercantum dalam Soegianto (1994), sebagai berikut:

1. Keanekaragaman ( $H'$ ) dengan rumus:

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

Keterangan:

$p_i$  : proporsi spesies ke  $i$  di dalam sampel total

$H'$  : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

2. Keanekaragaman relatif ( $J'$ ) dengan rumus:

$$J' = H' / H'_{\text{mak}}$$

$H'_{\text{mak}}$ :  $\log S$

**3. Indeks kesamaan 2 Lahan ( $C_s$ ) dari Sorensen (Southwood, 1978)**

$$C_s = \frac{2j}{a+b}$$

Keterangan :

$a$  : jumlah individu dalam habitat  $a$

$b$  : jumlah individu dalam habitat  $b$

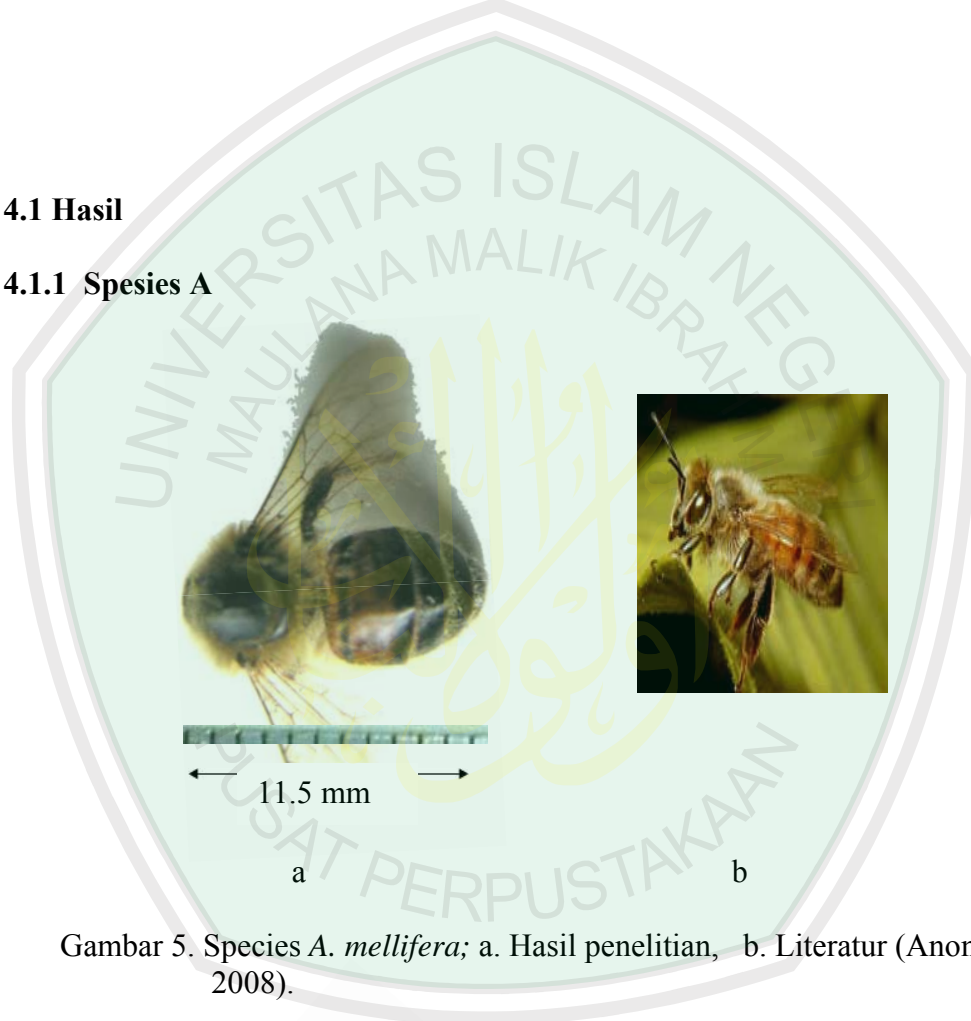
$j$  : jumlah terkecil individu yang sama dari kedua habitat

## BAB IV

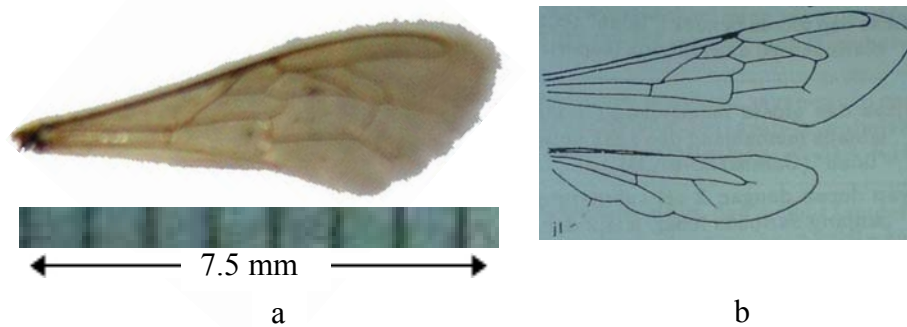
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

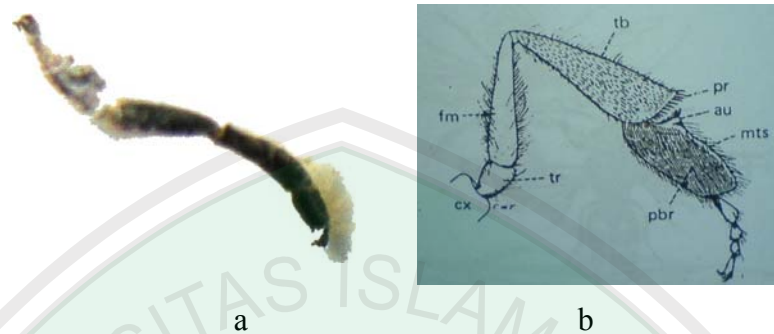
##### 4.1.1 Spesies A



Gambar 5. Species *A. mellifera*; a. Hasil penelitian, b. Literatur (Anonim, 2008).



Gambar 6. Kerangka sayap *A. mellifera* ; a. Hasil penelitian, b. Literatur (Borror dkk, 1992).



Gambar 7. Tibiae belakang ; a. Hasil penelitian, b. Literatur (Borror dkk, 1992).

Tibiae belakang *A. mellifera* tanpa taji-taji ujung, sayap belakang terdapat gelambir jagum yang tidak begitu nyata, *A. mellifera* memiliki peralatan yang baik untuk mengumpulkan polen dan nektar dalam jumlah yang banyak karena lebah *A. mellifera* ditutupi rambut yang tebal, juga ada pengait kecil yang efektif menangkap dan memegang butiran polen pada saat serangga menyentuh anteridium bunga, disamping memiliki daya dukung polen ( *pollen carrying capacity* ) rambut tersebut dapat menjaga tubuh pada suhu tinggi sehingga serangga dapat aktif pada suhu udara rendah, selama terbang lebah menyapu polen dengan tungkainya dan mengumpulkannya dalam kantong polen (*pollen basket*) yang terdapat pada tibia dari kedua tungkai belakang, warna tubuh coklat keemasan, panjang sayap depan 7,5 mm dan berbentuk marginal dan submarginal.

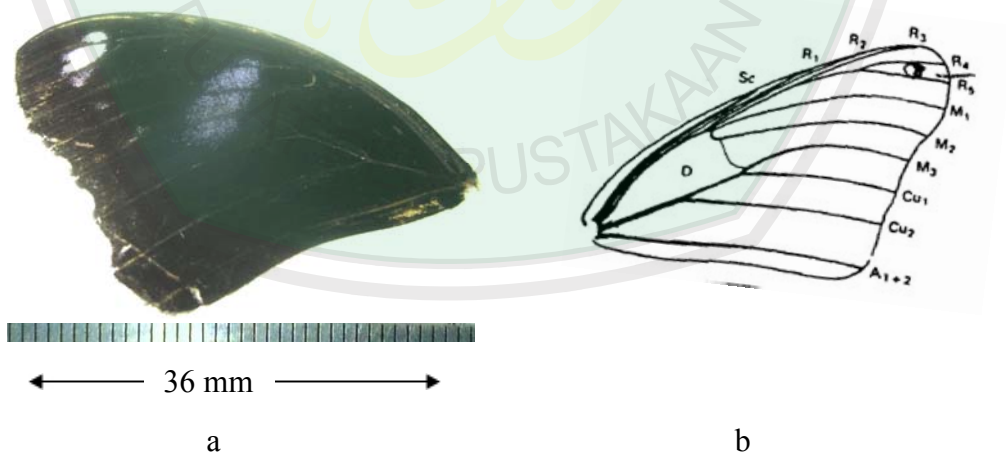
Klasifikasi :

Kingdom     Animalia

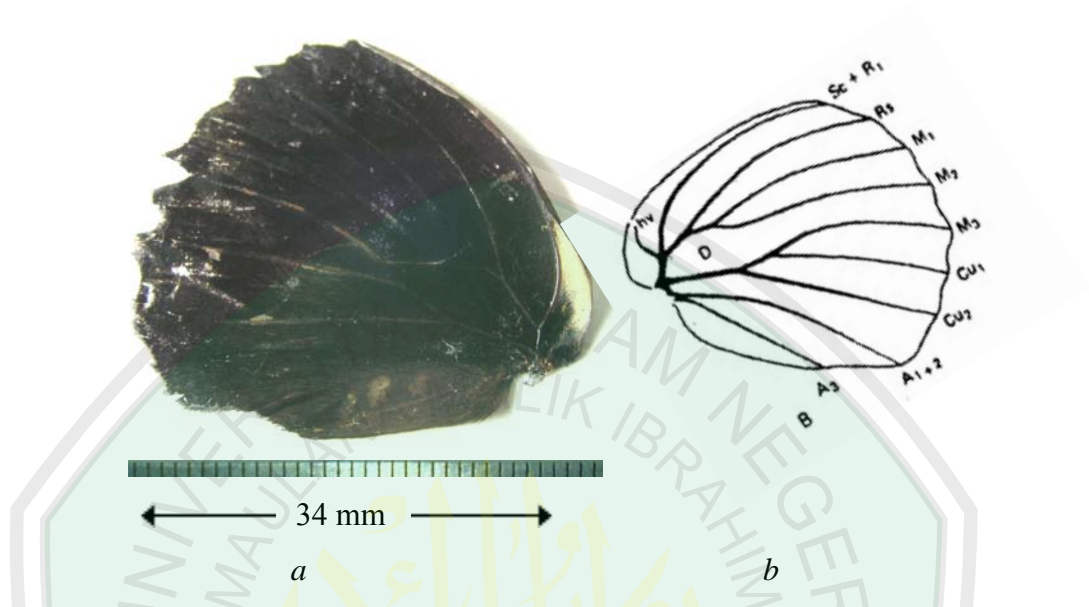
Phylum    Arthropoda

Kelas           Insecta  
 Ordo            Hymenoptera  
 SubOrdo       Apocrita  
 Superfamily   Apoidea  
 Family         Apidae  
 Subfamily     Apinae  
 Tribe          Apini  
 Genus         Apis  
 Species        *A. mellifera*

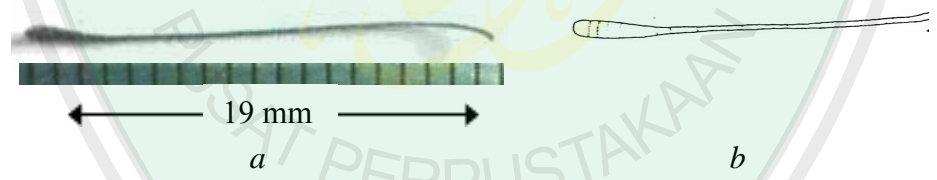
**4.1.2 Spesies B**



Gambar 8. Kerangka sayap depan Limentidinae ; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borror dkk, 1992).



Gambar 9. Kerangka sayap belakang Limentidinaea ; a. Hasil penelitian, b. Literatur (Borror dkk, 1992).



Gambar 10. Tipe sungut gada Limentidinaea ; a. Hasil penelitian, b. Literatur (Borror dkk, 1992).





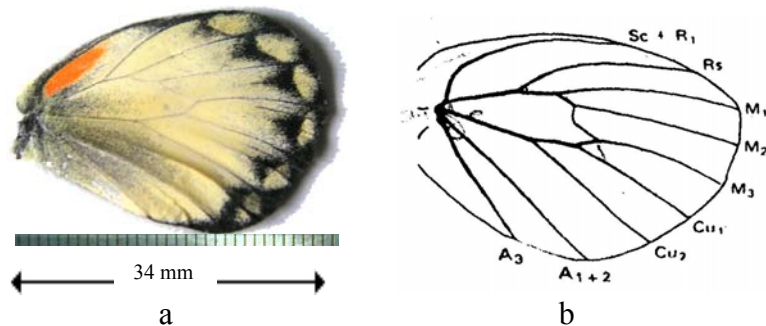
Gambar 11. Tipe tibiae Limentidinaea

Rangka sayap media ke-1(M1) tidak bertungkal dengan radius (R) di belakang sel diskal; tungkai-tungkai depan menyusut, tanpa kuku-kuku tarsus tidak dipakai untuk berjalan, panjang tubuh 23 mm, dan panjang sayap depan 36 mm, sedangkan sayap belakang 34 mm, corak warna sayap hitam kecoklatan dan sungut bertipe gada dengan panjang 19 mm, mata telanjang, dan palpus tertutup rambut-rambut yang lebat dibawahnya.

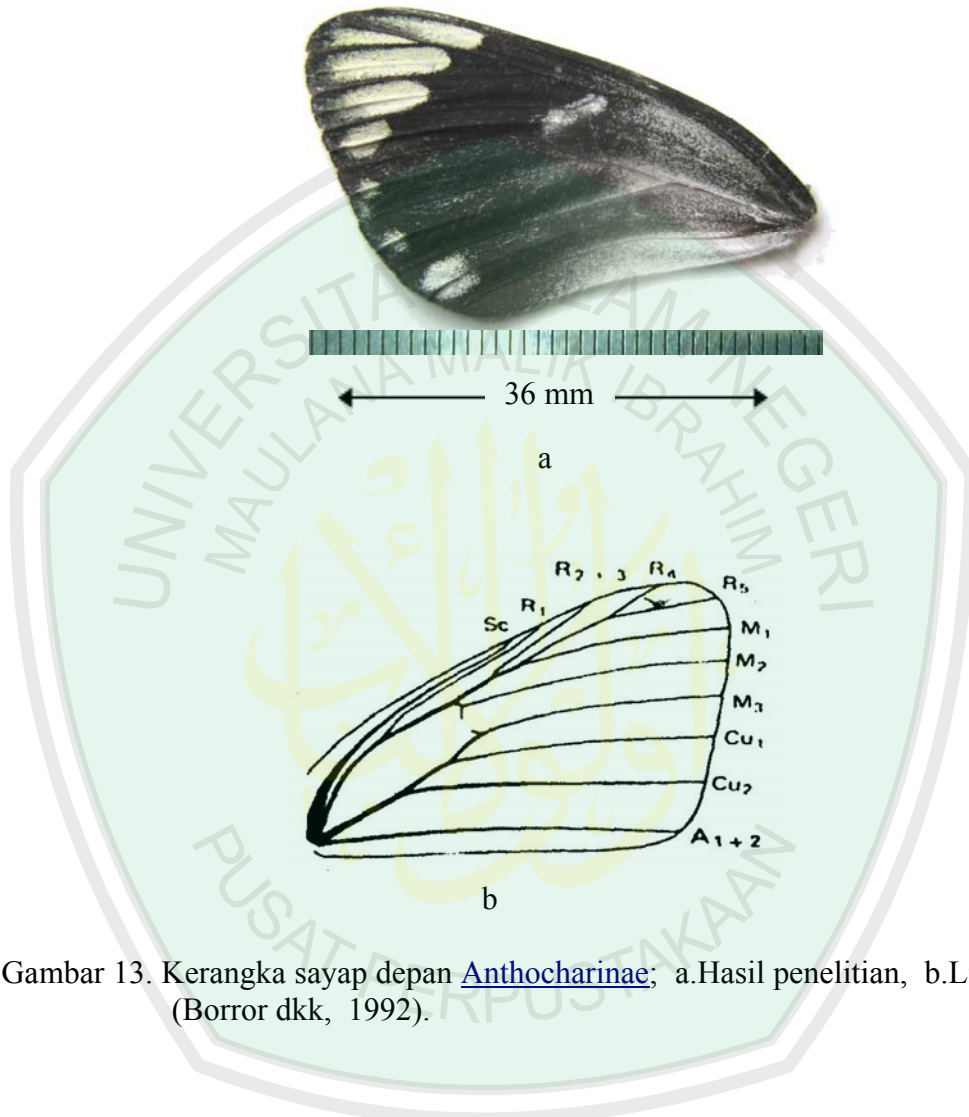
Klasifikasi

Kingdom	Animalia
Division	Rhopalocera
Phylum	Arthropoda
Kelas	Insecta
Ordo	Lepidoptera
Family	Nymphalidae
Subfamily	Limentidinae

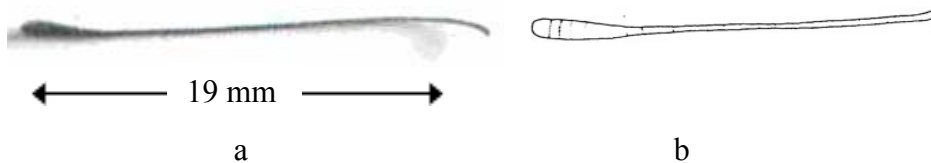
4.1.3 Spesies C



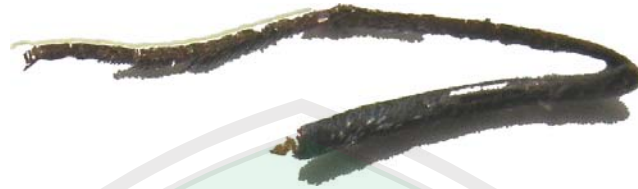
Gambar 12. Kerangka sayap belakang Anthocharinae; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borrordkk, 1992).



Gambar 13. Kerangka sayap depan Anthocharinae; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borrordkk, 1992).



Gambar 14. Tipe sungut gada Anthocharinae ; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borrordkk, 1992).



Gambar 15. Tipe tibiae [Anthocharinae](#)

Ciri-ciri pollinator ini pada ujung sayap berwarna oranye, panjang sungut 19 mm dan bertipe gada, sayap belakang 34 mm, sayap depan 36 mm, media pada sayap depan bertungkai dengan radius (R) di belakang sel diskal, Rangka sayap media ke-1(M1) pada sayap depan bercabang dengan R di belakang sel diskal, tungkai-tungkai depan normal, kuku-kukunya terbagi menjadi dua bagian yang sama oleh celah ditengah (bifid).

Klasifikasi

Kingdom Animalia

Phylum Arthropoda

Kelas Insecta

Ordo Lepidoptera

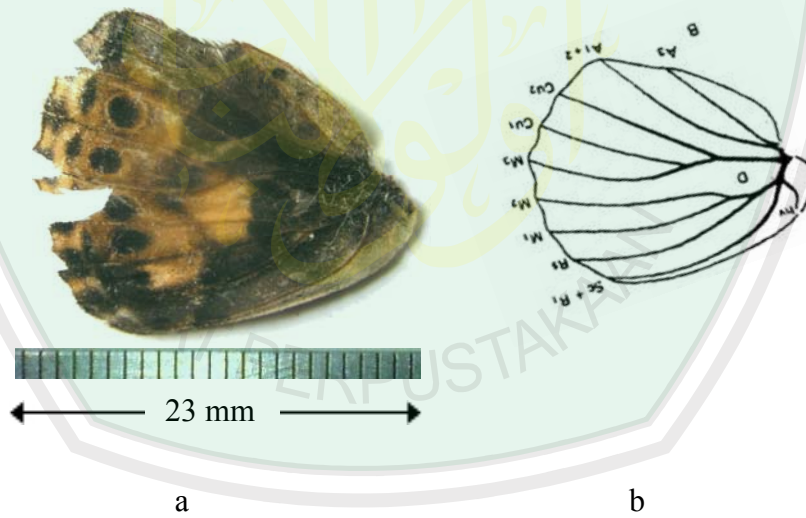
Family Pieridae

Subfamily [Anthocharinae](#)

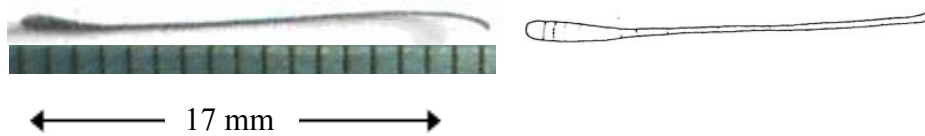
#### 4.1.4 Spesies D



Gambar 16. Kerangka sayap depan Melitaeinae ; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borror dkk, 1992).



Gambar 17. Kerangka sayap belakang Melitaeinae; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borror dkk, 1992).



a

b

Gambar 18. Tipe sungut gada Melitaeinae ; a.Hasil penelitian, b.Literatur (Borror dkk, 1992).



Gambar 19. Tipe tibiae Melitaeinae

Rangka sayap media ke-1(M1) pada sayap tidak bertungkai dengan R di belakang sel diskal ;tungkai-tungkai depan menyusut, tanpa kuku-kuku tarsus, tidak dipakai untuk berjalan, panjang tubuh 16 mm, dan panjang sayap depan 24 mm, sedangkan sayap belakang 23 mm, corak warna sayap belang, sungut bertipe gada dengan panjang 17 mm, mata telanjang dan palpus tertutup rambut-rambut yang lebat dibawahnya.

Klasifikasi

- Kingdom: Animalia
- Division: Rhopalocera
- Phylum: Arthropoda
- Kelas: Insecta
- Ordo: Lepidoptera
- Family: Nymphalidae
- Subfamily: *Melitaeinae*

#### 4. 2 Pembahasan

#### 4.2.1 Identifikasi Pollinator

Hasil pengamatan pollinator pada perkebunan apel organik dan anorganik diidentifikasi untuk mengetahui kelompok dan keefektifannya berdasarkan jumlah dan tingkah lakunya. Hasil identifikasi disajikan pada Tabel 2a Lampiran 2. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa pollinator di perkebunan apel terdiri dari 3 famili antara lain: Apidae, Nymphalidae, Pieridae. Pollinator tersebut terdiri dari 4 sub famili antara lain: Apinae, limentidinae, [Anthocharinae](#), Melitaeinae. Peran pollinator, satu dari empat famili berperan sebagai penyerbuk yang efektif, dan tiga famili selain berperan sebagai pollinator juga berperan sebagai hama pada fase larfa. Jumlah pollinator Apinae yang efektif lebih banyak ditemukan pada perkebunan apel organik, sedangkan 2 faamili lain yang kurang efektif ditemukan hampir sama pada perkebunan apel organik dan anorganik.

Berdasarkan jumlah pollinator yang ditemukan pada perkebunan organik dan anorganik menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah spesies yang beragam yang seharusnya masih banyak pollinator lain yang ditemukan pada jenis tanaman *Angiospermae* seperti *Apis cerana*, *Trigona spp*, *Xylocopa spp*, *Amegilla spp*, *Megachile spp*, dan *Ceratina spp*. Hal ini terkait dengan rantai makanan dan masalah kompleksitas lingkungan yang menyangkut proses makan dan dimakan pada komunitas tersebut. Menurunnya jumlah pollinator salah satunya disebabkan karena pengaruh racun kimia yang dimasukkan akibatnya pollinator akan mati (Untung 1996), matinya pollinator mengurangi proses penyerbukan sehingga akan menurunkan hasil panen pada tanaman apel.

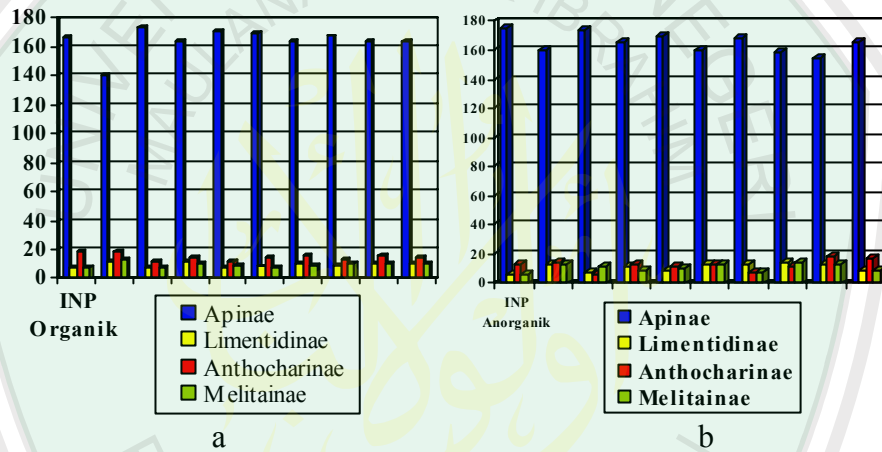
Berdasarkan Tabel 2a, Lampiran 2 dapat diketahui bahwa secara umum jenis pollinator di perkebunan organik dan anorganik sama dan secara kuantitas pollinator di perkebunan organik dan anorganik hampir sama dikarenakan serangga pollinator cenderung berpindah-pindah dari satu tempat ke tempat lainnya dan mempunyai daya jelajah tinggi, sehingga pengaruh dan bahaya bahan kimia akan di rasakan petani organik maupun anorganik

Pada penelitian yang di lakukan selama 10 hari menunjukkan perbedaan fluktuasi jumlah pollinator, secara umum jumlah pollinator statis pada perkebunan organik akan tetapi pada ulangan ke-10 pada lahan organik mengalami penurunan cukup tinggi karena efektifitas pollinator di pengaruhi iklim, walaupun jumlah bunga yang di hasilkan tidak serata dan tidak sebanyak perkebunan anorganik dikarenakan pada lahan anorganik dilakukan peremajaan calon kuncup, sedangkan pada lahan organik tanaman tidak dilakukan peremajaan calon kuncup.

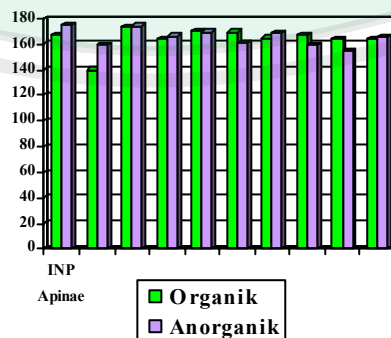
Pada perkebunan anorganik terjadi perbedaan jumlah yang nyata sebelum dan sesudah terjadi penyemprotan hama tripidae dengan bahan kimia. pada ulangan ke-6 pada hari ke -27 dari masa pembungaan (36 hari). Selain racun kimia cuaca juga mempengaruhi aktivitas pollinator, pada plot 1-5 (07-07.30 WIB) pollinator jarang terlihat karena pada umumnya aktivitas pollinator ditandai terik matahari dengan suhu optimum dan pada ulangan ke-10 pada lahan organik dan anorganik mengalami penurunan karena cuaca hujan.

#### **4.2.2. Analisis INP Pollinator Perkebunan Organik dan Anorganik**

Dari hasil perhitungan tertinggi Indeks Nilai Penting pada perkebunan organik dan anorganik dengan pengamatan menggunakan metode langsung (Tabel 2b Lampiran 2) dapat diketahui bahwa perkebunan apel organik maupun anorganik didominasi oleh famili Apinae dengan nilai 2627 pada lahan organik dan nilai 1579 pada lahan anorganik, hal ini karena Apinae (*A. mellifera*) merupakan pollinator yang berkoloni dan pollinator yang punya daya jelajah yang tinggi (Condit dan Enderud, 1956).

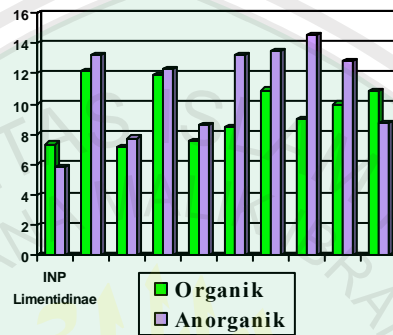


Gambar 20. Diagram batang INP serangga pollinator; a. Lahan organik, b. Lahan anorganik

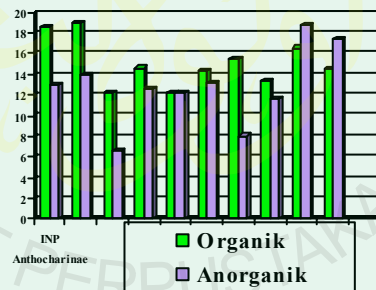


Gambar 21. Diagram batang INP Apinae

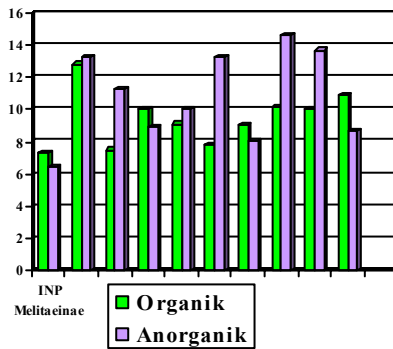




Gambar 22. Diagram batang INP Limentidinae



Gambar 23. Diagram batang INP Anthocharinae



Gambar 24. Diagram batang INP Melitaeinae

#### 4.2.3 Analisis Komunitas

Berdasarkan Tabel 3a Lampiran 3 dapat diketahui jenis dan jumlah pollinator ditunjukkan pada cara pengamatan secara langsung untuk menunjukkan pollinator pada bunga tanaman apel. Hasil pengamatan bahwa di perkebunan apel organik jumlah pollinator lebih tinggi dibanding dengan perkebunan apel anorganik.

Menurut Soegianto (1994) suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak spesies (jenis) dengan kelimpahan spesies yang sama atau hampir sama. Sebaliknya jika komunitas itu disusun oleh sangat sedikit spesies dan hanya sedikit saja spesies yang dominan, maka keanekaragaman jenisnya rendah. Tingginya keanekaragaman jenis menunjukkan bahwa komunitas tersebut memiliki kompleksitas yang tinggi, karena dalam komunitas tersebut terjadi interaksi spesies yang tinggi pula.

Indeks keanekaragaman pollinator yang ditunjukkan pada cara pengamatan langsung menunjukkan bahwa di perkebunan apel organik dan anorganik hampir sama. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan perkebunan anorganik dapat menurunkan jenis dan jumlah pollinator yang akan dirasakan juga oleh petani organik. Menurunnya jenis dan jumlah pollinator menyebabkan

keanekaragaman cenderung rendah yang selanjutnya dapat menyebabkan ketidakstabilan ekosistem di perkebunan organik maupun anorganik. Menurut Krebs (1989) keanekaragaman jenis untuk mengukur tingkat keteraturan dan kestabilan suatu ekosistem hal ini diartikan bahwa semakin rendah nilai indeks keanekaragaman maka semakin menurun tingkat keteraturan dan kestabilan ekosistem.

Penggunaan bahan anorganik dapat memusnahkan jumlah individu serangga pollinator karena bahan pakan terkontaminasi dengan pestisida.

Jumlah dominasi untuk perkebunan organik dan anorganik hampir sama yaitu pada ulangan kesatu 0.69 untuk organik dan 0.715 untuk anorganik, hal ini menunjukkan hampir sama dominasi ekosistem pada perkebunan organik dan anorganik dan tingkat kekayaan jenis perkebunan organik dan anorganik sama, Menurut Amin (2007) dikarenakan emigrasi dari jenis baru pada suatu area, rendahnya kekayaan jenis perkebunan anorganik disebabkan tidak stabilnya komunitas pollinator yang ada pada perkebunan tersebut akibat penggunaan pestisida. Penggunaan pestisida berdampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem secara kompleks (Untung, 1993).

Umami (2007) menjelaskan bahwa tingginya Indeks kekayaan ekosistem pada perkebunan organik dan anorganik tidak terlepas dari pengaruh lingkungan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1. Faktor lingkungan antara lain:

1. Suhu

Suhu mempengaruhi aktifitas pollinator yang terbukti pada tabel 6 Lampiran 6, pada suhu yang dingin pollinator khususnya *A. mellifera* akan kembali kesarang dan berhenti melakukan aktivitas.

## 2. Cahaya

Selain suhu cahaya juga mempengaruhi aktifitas serangga pada tabel 6 lampiran 6 menunjukkan bahwa pada plot pertama tidak ditemukan serangga dan serangga baru terlihat cukup banyak pada plot ke-21 (09.00 wib) yaitu pada suhu optimal saat matahari terbit cukup tinggi.

### 4.2.4 Analisis Koefisien Dua Perkebunan

Pada pengamatan menggunakan metode langsung terdapat 4 subfamili pada perkebunan organik maupun anorganik dan adapun perbedaannya jumlah famili apinae yang sangat efektif dalam penyerbukkan sedikit lebih banyak ditemukan pada perkebunan organik. sedangkan 2 subfamili lainnya yang kurang efektif jumlah dan jenis hampir sama diantara keduanya. Adapun data jumlah jenis famili lengkapnya sebagai berikut:

Koefisien kesamaan kedua perkebunan apel organik dan anorganik (Tabel 4a Lampiran 4) dapat diketahui bahwa pada perkebunan organik ditemukan 4 subfamili dan pada perkebunan anorganik ditemukan 4 subfamili dan jumlah terkecil famili yang sama adalah 4. Maka hasil koefisien mendekati angka satu maka persamaan kedua perkebunan tersebut hampir sama hal ini karena kemiripan faktor lingkungan disebabkan dekatnya jarak antara dua perkebunan tersebut dan daya jelajah pollinator yang tinggi.

Price (1997) mengemukakan bahwa populasi yang tinggi akan bermigrasi pada populasi yang rendah apabila faktor lingkungan yang sama atau hampir sama hal ini bertujuan keseimbangan ekosistem. Ditambahkan Odum (1998) semakin banyak jumlah jenis dan semakin kompleks interaksi diantara jenis maka stabilitas komunitas akan dapat terbentuk dan sebaliknya semakin rendah jumlah jenis dan semakin kurang kompleks interaksi diantara jenis maka stabilitas komunitas akan sulit terbentuk.

Menurut ilmu pengetahuan modern menetapkan bahwa manusia telah berbuat "Kejahatan" dalam menggunakan sumber-sumber alam yang disediakan Allah untuk kepentingan mereka dan hanya bagi manusia ulul albab yang sadar akan akibat kejahatan yang di timbulkan.

Tafsir Al-azhar dan tafsir Qur'anul majid *ina fidhalika laayata likaumi yatafakarun* bahwa rentetan surat An-nahl ayat 68-69 merupakan petunjuk bagi orang-orang yang berfikir yaitu manusia ululu albab yang mempunyai ketajaman analisis terhadap gejala dan proses alamiah dan membangun kepribadiannya dengan zikir sehingga mampu memanfaatkan gejala, proses, dan sarana alamiah untuk kemaslahatan dan kebahagiaan seluruh umat manusia.

Tafsir Al-Azhar dan tafsir Qur'anul majid menerangkan bahwa lebah pollinator yang di beri wahyu atau instinct untuk penyerbukan yang berfungsi sebagai simbiosis mutualisme dengan tanaman lain dan merupakan salah satu pollinator paling efektif secara kualitas maupun kuantitas merupakan salah satu petunjuk dan bukti kebesaran Allah yang nyata, akan tetapi kerusakan masih terus

berlangsung sampai sekarang. Hal ini sesuai dengan ayat Al-Qur an surat Ar-Ruum : 41 sebagai berikut :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : *Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan Karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).* (Ar-Ruum: 41).

Peringatan Allah dalam Al-Quran tersebut mutlak benar. Kerusakan lingkungan hidup disebut sebagai akibat kerusakan tangan manusia, faktanya memang demikian. Manusia adalah perusak ekosistem. Penyebab dari kerusakan ini adalah keserakahan manusia untuk mengeksploitasi sumberdaya alam demi keuntungan sesaat tanpa mengindahkan hak hidup makhluk lain.

Allah berfirman dalam Al-Qur-an surat Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya : *Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik..*(Qs. Al-A'raf ayat 56).

Dari surat diatas Allah sesungguhnya telah menciptakan semua didunia ini dengan kesetabilan dan tak henti-hentinya Allah memperbaikinya akan tetapi manusia beulang-ulang merusaknya tanpa memperbaikinya.

Penggunaan pupuk anorganik dan pestisida sintetis mengakibatkan permasalahan yang sangat kompleks baik petani organik maupun anorganik akan merasakan dampaknya akan tetapi bagi petani anorganik akan lebih merasakan dampak negatif sesuai dengan janji Allah Al-Qur'an saurat Al-A'raaf:87

وَإِنْ كَانَ طَآئِفَةٌ مِّنكُمْ ءَامَنُوا بِأَلَّذِي أُرْسِلْتُ بِهِءِ وَطَآئِفَةٌ لَّمَّ يُؤْمِنُوا  
فَاصْبِرُوا حَتَّىٰ تَحْكُمَ اللَّهُ بَيْنَنَا ۚ وَهُوَ خَيْرُ الْحَاكِمِينَ

Artinya: *Jika ada segolongan daripada kamu beriman kepada apa yang aku diutus untuk menyampaikannya dan ada (pula) segolongan yang tidak beriman, Maka bersabarlah, hingga Allah menetapkan hukumannya di antara kita; dan Dia adalah hakim yang sebaik-baiknya.*

Petani anorganik kini selain membayar mahal harga pupuk anorganik dan pestisida sintetis, tanah dan tanaman akan rusak salah satu contoh kangker kulit yang sulit untuk diperbaiki.

Hanya satu harapan yang dimiliki manusia ulul albab yaitu “semoga kita bukan dan tidak termasuk orang yang membuat kerusakan dan akan menemukan solusi yang tepat dengan teknologi novel tanpa merusak lingkungan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

1. Serangga pollinator yang berhasil diidentifikasi di perkebunan apel organik adalah Apinae, limentidinae, [Anthocharinae](#), Melitaeina dan serangga pollinator yang berhasil diidentifikasi di perkebunan apel anorganik adalah Apinae, limentidinae, [Anthocharinae](#), Melitaeina.
2. Terdapat perbedaan keanekaragaman serangga pollinator yang ada di perkebunan apel organik dan anorganik di Desa Bumiaji Kota Batu.
3. Jenis serangga yang dominan di perkebunan apel organik dan anorganik adalah subfamili Apinae.

#### 5.2 SARAN



1. Perlu dilakukan penelitian mengenai keanekaragaman pollinator pada jenis tanaman lain dan penelitian mengenai pestisida biologis yang efektif dan ramah lingkungan.
2. Lahan organik untuk penelitian selanjutnya sebaiknya bebas dari pengaruh bahan anorganik dan lahan anorganik bebas dari bahan organik dari lingkungan luar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Mun'im, H.A. 2008, *Sarang Lebah dan Keajaiban Al-Qur'an*  
<http://www.google.com> diakses tanggal 22 januari 2008
- Anonim, 2007, *Apel*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Apel>, diakses tanggal 6 Februari 2007
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., dan Johnson, N. F., 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi Keenam. Penerjemah Soetiyono Partosoedjono. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Campbell, N. A., 1999. *Biologi*. Edisi kelima. Penerjemah Wasmen Manalu. Jakarta: Erlangga
- Condit dan Enderud 1956 dalam *Tree Fruits & Nuts and Exotic Tree Fruits & Nuts*. [http:// bee.airoot.com/beeculture/chap5/fig.htm](http://bee.airoot.com/beeculture/chap5/fig.htm) diakses 4 januari 2008
- Delaplane K. S and D. F. Mayer. 2000. *Crop Polination by Bees*. CABI Publishing. New York
- Departemen Agama Replublik Indonesia, 1989, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Mahkota: Surabaya
- Eka Putra, R. 2006. *Polinasi: Servis Alam yang Terabaikan* <http://www.google.com>, diakses tanggal 4 januari 2008

- Eva, Mamahit, JM. 2008. *Mutualisme Yang Indah Antara Serangga Dan Bunga* <http://www.google.com>, diakses tanggal 4 januari 2008
- Gulland P.J. and P. S. Cranston. 2000. *The Insect*. Second Edition. [http://www.eva\\_mamahit@yahoo.com](http://www.eva_mamahit@yahoo.com) diakses tanggal 4 j1nuari 2008
- Gupta, R. K. 2003. *Genus Apis Linnaeus* dalam <http://www.geocities.com/beesInd.2/apis.htm>. tanggal 7-11-2003
- Hasbi.S.T.M.2000.*Tafsir Qur'anul Majid An Nuur* Jilid 3.Semarang:Pustaka Rizki Putra
- Istianto M, 2007. *Pemanfaatan Minyak/Senyawa Atsiri Dalam Pengendalian Populasi Hama Tanaman*<http://www.google.com>, diakses tanggal 6 Maret 2008
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Jakarta: Renika cipta
- Kalshoven. L. G. E. 1981. *Pest Of Crops In Indonesia*. Jakarta: Ichtiar Baru-Van Hoeve: Jakarta
- McEwen, P. 1997. *Sampling, Handling and Rearing Insects. In Methods in Ecological and Agricultural Entomology* (Eds D. R. Dent and M. P. Walton), CAB International. New York
- Millotia,P.T.2008,*Klasifikasi Malus*. <http://www.google.com>.diakses tanggal 20 januari 2008
- Muhammad.S.N.2003, *Ekologi Hewan Tanah*.Jakarta:Bumi Aksara
- Nasib,R.M.1993.*Ibnu Kasir Jilid 2*.Jakarta:Gema Insani
- Natawigena. 1990. *Entomologi Pertanian*.Surabaya :Bina Aksara
- Natawigena, S. U. 1990. *Entomologi Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius
- Novizan,2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan* Jakarta:Agromedia Pustaka
- Odum E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company
- Oka, I.Y. 1991. *Penggunaan dan Permasalahan Serta Prospek Pestisida Nabati Dalam Mengendalikan Hama Terpadu*. Bogor: Balai penelitian tanaman.

- Pielou, E. C., 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, Inc, New York
- Prawirohartono, S., 1991. *Buku Pelajaran Sekolah Menengah Atas :Biologi* . Jakarta: Erlangga
- Price, P. W., 1997. *Insect Ecology*. Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York
- Pudjiatmoko, 2007. *Neonicotinoid diduga penyebab kematian lebah madu* <http://www.google.com>, diakses tanggal 31 Maret 2007
- Randall, D., 1997. *Eckert Animal Physiology: mechanisms and adaptations, Fourt Edition*, Freman & Company, New York
- Rusfidra, A . 2005. *Seputar Ternak Lebah*. <http://www.bung-hatta.info/content.php?article.122> diakses tanggal 31 Maret 2007
- Sudiarso. 1994. *Dampak Penggunaan Pestisida pada Perkebunan Apel di Sub DAS Sumber Brantas*. Malang: Lembaga Penelitian Universitas Brawijaya Malang.
- Sunarto, D. A., 2003. *Inventarisasi Serangga Hama dan Musuh Alami Pada Tanaman Wijen*. Malang : Balittas
- Schoonhoven, L. M, T. J Jermy and J. A. van Loon. 1998. *Insect Plant Biology. From Physiologi to Evolution*. Chapman & Hall. London. <http://www.google.com>, diakses tanggal 31 Maret 2007
- Siwi, S. S., 2006. *Kunci Determinasi Serangga*. Yogyakarta: Kanisius
- Smith, R. L. 1992. *Elements of Ecology*. Third Edition, Chapman and Hall., New York
- Soelarso. R. B. 1997. *Budi Daya Tanaman Apel*, Yogyakarta : Kanisius
- Southwood, T.R.E., 1978, *Ecological Methods*, Second Edition. Chapman and Hall., New York
- Suheriyanto, D., 2005. *Pengantar Entomologi*. Malang : Fakultas Sains dan Teknologi UIN
- Suheriyanto, D., 2002, *Kajian Komunitas Fauna pada Pertanaman Bawang Merah Dengan dan Tanpa Aplikasi Pestisida*. Malang: Universitas Brawijaya Jurnal Biosains Vol 2 no 2. ISSN 1411-8963.

Soegianto, A., 1994, *Ekologi Kuantitatif Metode Analisis Populasi Komunitas*. Surabaya: Usaha Nasional.

Tarumingkeng, C., 1994. *Dinamika Populasi*. Pustaka Sinar Harapan. 284 p. 4 January 2001

Tarumingkeng, 2004. *Serangga dan lingkungan*. IPB: Bogor

Untung, K., 1996, *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Yitnosumarto, S., 1994. *Dasar-dasar Statistika: Dengan Penekanan Terapan dalam Bidang Agrokomples, Teknologi dan Sosial*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta

