## KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA KANOPI YANG BERPOTENSI POLINATOR PADA TANAMAN APEL (Malus sylvestris Mill.) DI PERTANIAN APEL DESA BUMIAJI

#### **SKRIPSI**



RAWINAL

Oleh:
Ervin Jumiatin
0910913018

JURUSAN BIOLOGI FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG 2013

## KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA KANOPI YANG BERPOTENSI POLINATOR PADA TANAMAN APEL (Malus sylvestris Mill.) DI PERTANIAN APEL DESA BUMIAJI

#### **SKRIPSI**



RAWINAL

Oleh :
Ervin Jumiatin
0910913018

JURUSAN BIOLOGI FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG 2013

#### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA KANOPI YANG BERPOTENSI POLINATOR PADA TANAMAN APEL (Malus sylvestris Mill.) DI PERTANIAN APEL DESA BUMIAJI

oleh: **Ervin Jumiatin** 0910913018

BRAWIUNA Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal 2 Juli 2013 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Biologi

**Pembimbing** 

Dr. Bagyo Yanuwiadi NIP. 19600118-198601-1-001

Mengetahui, Ketua Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Widodo, Ph.D, Med.Sc. NIP.19721117-200012-1-001

#### LEMBAR PERNYATAAN

#### Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ervin Jumiatin NIM : 0910913018 Jurusan : Biologi

Judul skripsi :Keanekaragaman Arthropoda Kanopi yang

Berpotensi sebagai Polinator Pada Tanaman Apel (Malus Sylvestris Mill.) Di Pertanian Apel

Desa Bumiaji

## Dengan ini menyatakan bahwa:

- 1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dala Daftar Pustaka Skripsi saya ini sematamata digunakan sebagai acuan/ referensi.
- 2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 30 Juni 2013 Yang menyatakan,

(Ervin Jumiatin) 0910913018

#### PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustakan diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



# KEANEKARAGAMAN ARTHROPODA KANOPI YANG BERPOTENSI POLINATOR PADA TANAMAN APEL (Malus

sylvestris Mill.) DI PERTANIAN APEL DESA BUMIAJI

Ervin Jumiatin<sup>1</sup>, Bagyo Yanuwiadi<sup>1</sup>

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Brawijaya, Malang

#### Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan Arthropoda polinator tanaman apel dimusim bunga dan buah, mengetahui komposisi dan struktur komunitas Arthropoda, mengetahui hubungan faktor lingkungan dengan kelimpahan Arthropoda. Dilakukan pencuplikan empat hari sekali sebanyak empat kali di lahan apel dengan metode jebakan ember. Hasil menunjukkan, jumlah keseluruhan Arthropoda kanopi yang ditemukan sebanyak 1121 individu, dari 9 ordo, 33 famili. Nilai indeks diversitas musim bunga bejana kuning lebih besar (H'= 3.2) dibanding musim berbunga bejana biru (H'=2.8), musim buah bejana kuning (H'=2.8), musim buah bejana biru (H'=2.5). Persentase kelimpahan Arthropoda polinator musim berbunga bejana kuning lebih tinggi (26%) dari bejana biru (20%). Persentase kelimpahan Arthropoda polinator musim berbuah bejana biru lebih tinggi (24%) dari bejana kuning (23%). Famili yang mendominasi musim bunga bejana kuning adalah Vespidae dari ordo Hymenoptera dengan nilai KR 6.1% dan INP 13%. Sedangkan famili yang mendominasi musim berbunga bejana biru dari famili Formicidae dengan nilai KR 8.9% dan INP 18.3%. Famili yang mendominasi pada musim buah bejana kuning ditemukan pada Colletidae dengan KR 4.4% dan INP 12%. Famili yang mendominasi musim buah bejana biru adalah Formicidae dengan KR 11.4% dan INP 19.9%. Tingkat kesamaan komposisi antara bejana warna kuning dan biru musim berbuah hampir sama, dihitung dengan IBC yaitu sebesar 83.89%. Semakin tinggi kelembaban, kelimpahan Arthropoda semakin berkurang.

Kata kunci: Faktor lingkungan, kelimpahan, komposisi, polinator.

## DIVERSITY CANOPY ARTHROPOD THAT POTENTIAL AS POLLINATORS IN PLANT OF APPLE (Malus sylvestris Mill.) IN FARM APPLE OF BUMIAJI VILLAGE

Ervin Jumiatin<sup>1</sup>, Bagyo Yanuwiadi<sup>1</sup>
Biology Department, Faculty of Mathematic and Science, Brawijaya
University, Malang

#### **Abstract**

The research objective was to determined the diversity and abundance of Arthropod pollinators of apple crop in flowering and fruiting season, to knowing the composition and community structure of Arthropods, and to knowing correlation environmental factors with Arthropod abundance. Sampling was conducted in four days and four times respectively in apple field with a water pan trap method. Results showed that the overall number of canopy Arthropods found as many as 1121 individuals, of 9 orders, and 33 families. Diversity index values in flowering season of yellow trap (H'=3.2) was larger than the blue trap (H'=2.8), fruiting season of yellow trap (H'=2.8), fruiting season of blue trap (H'=2.5). Percentage of pollinators Arthropod abundance in flowering season of yellow trap was higher than (26%) the blue trap (20%). Percentage of Arthropod pollinators abundance in fruiting season of blue trap (24%) was higher than the yellow trap (23%). Families that dominate in flowering season of yellow trap is Vespidae of Hymenoptera order with abundance values 6.1% and INP 13%. While families that dominated in flowering season of blue trap that is Formicidae a value of KR 8.9% and INP 18.3%. Families that dominated in fruiting season of yellow trap found in Colletidae with KR 4.4% and INP 12%. Families that dominated in fruiting season of blue trap is Formicidae with the value of KR 11.4% and INP 19.9%. The degree of similarity between the composition of traps in yellow and blue of fruiting season almost was same, calculated with Bray-Curtis Index that is 83.89%. The higher the humidity, decreasing abundance of Arthropods.

**Key words:** Environment factor, abundance, compotition, flowering season, pollinators.

#### KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya yang dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Keanekaragaman Arthropoda Kanopi yang Berpotensi sebagai Polinator pada Tanaman Apel (*Malus sylvestris* Mill.) di Pertanian Apel Desa Bumiaji", sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana sains di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

- 1. Proyek Penelitian Fundamental tahun 2012 Universitas Brawijaya Nomor 0636/023-04.2.16/15/2012.
- 2. Bapak Dr. Bagyo Yanuwiadi selaku Dosen Pembimbing yang telah mendampingi dan memberi bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dan menjadi suatu karya yang berkualitas dan bermanfaat, Insya Allah.
- 3. Bapak Amin Setyo Leksono M. Si, Ph. D dan Bapak Nia Kurniawan selaku Dosen Penguji yang telah memberi saran dan kritikan yang bermanfaat sehingga Skripsi ini menjadi lebih baik.
- 4. Orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
- 5. Semua pihak yang telah membantu penulis baik selama penelitian maupun penulisan laporan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Demikian laporan Skripsi ini penulis buat, semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk menjadikan karya ini semakin bermanfaat.

Malang, Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hamman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN  1.1 Latar Belakang  1.2 Rumusan Masalah	1
1.1 Latar Belakang	
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Arthropoda	4
2.1 Arthropoda	4
<ul><li>2.1 Arthropoda</li></ul>	4 5
2.1.1 Manfaat dan Peranan Arthropoda	

3.3 Studi Pendahuluan	19
3.4 Rancangan Percobaan	19
3.5 Cara Kerja	19
3.5.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	19
3.5.2 Pencuplikan Arthropoda Kanopi	20
3.5.3 Pengukuran Faktor Abiotik Lingkungan	20
3.6 Analisis Data	21
3.7 Skema Tahapan Kerja	23
CITAS BDA.	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Keanekaragaman dan Kelimpahan Arthropoda Kanopi yang	
Berpotensi Polinator pada Tanaman Apel di Lahan Apel Desa	a
Bumiaji, Batu	24
4.2 Komposisi dan Struktur Komunitas Arthropoda Kanopi pada	
Tanaman Apel	43
4.3 Hubungan Faktor Abiotik Lingkungan dengan Kelimpahan	
Arthropoda	46
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Apel Varietas Anna12
Gambar 2.2	Spektrum Gelombang Elektromagnetik14
Gambar 2.3	Struktur Mata Facet Arthropoda15
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian
Gambar 3.2	Rancangan Denah Penelitian20
Gambar 4.1	Indeks Diversitas (Shannon-Wiener) Arthropoda25
Gambar 4.2	Persentase kelimpahan Arthropoda kanopi polinator
	dan non polinator bejana kuning (A) dan biru (B)
	musim berbunga
Gambar 4.3	Persentase kelimpahan Arthropoda kanopi polinator
	dan non polinator bejana kuning (C) dan Biru (D)
	musim berbuah27
Gambar 4.4	Nilai Kelimpahan Relatif (KR) pada Bejana Kuning
	dan Biru Musim Berbunga32
Gambar 4.5	Nilai Kelimpahan Relatif (KR) Musim Berbuah pada
	Bejana Kuning dan Biru33
Gambar 4.6	Nilai Indeks Nilai Penting (INP) pada bejana kuning
	dan biru musim berbunga34
Gambar 4.7	Nilai Indeks Nilai Penting (INP) pada bejana kuning
	dan biru musim berbuah35
Gambar 4.8	Dendogram tingkat kesamaan komposisi Arthropoda
	kanopi berdasarkan indeks kesamaan <i>Bray-Curtis</i> (%)
	di kebun apel44
Gambar 4. 9	Perbandingan rata-rata suhu udara (°Celcius) dengan
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning
	musim bebunga46
Gambar 4.10	Hubungan rata-rata suhu udara (°Celcius) dengan
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel musim
	bebunga bejana biru46
Gambar 4.11	, , ,
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel musim berbuah
	bejana kuning47
Gambar 4.12	` ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' ' '
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel musim berbuah
	bejana biru47

Gambar 4.13	Hubungan rata-rata kelembaban (%) dengan
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel musim
	berbunga bejana kuning48
Gambar 4.14	Hubungan rata-rata kelembaban (%) dengan
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru
	musim berbunga49
Gambar 4.15	Hubungan kelembaban (%) dengan kelimpahan
	Arthropoda di lahan apel bejana kuning musim
	berbuah49
Gambar 4.16	Hubungan kelembaban (%) dengan kelimpahan
	Arthropoda di lahan apel bejana biru musim berbuah50
Gambar 4.17	Hubungan Intensitas cahaya (kLux) dengan
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning
	musim berbunga50
Gambar 4.18	Hubungan Intensitas cahaya (kLux) dengan
	kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru
	musim berbunga51
Gambar 4.19	Hubungan Intensitas Cahaya (kLux) dengan
	Kelimpahan Arthropoda di Lahan Apek Bejana
	Kuning Musim berbuah51
Gambar 4. 20	Hubungan Intensitas Cahaya (kLux) dengan
	Kelimpahan Arthropoda di Lahan Apek Bejana Biru
	Musim berbuah 52

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai Diversitas Berdasarkann Indeks Shannon-Wiener	25
Tabel 4.2 Hasil Uji Hubungan Kelimpahan Arthropoda dengan	
Faktor Lingkungan dengan Pearson-correlation	53



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.Data Jumlah Arthropoda	61
Lampiran 2. Struktur Komunitas, Diversitas dan Peran Ekologis	
Arthropoda Kebun Apel	63
Lampiran 3. Indeks Bray-Curtis Arthropoda (IBC)	67
Lampiran 4. Dokumentasi Pencuplikan	69
Lampiran 5. Data Hasil Menggunakan Uji t	70
Lampiran 6. Nilai Rataan Faktor Lingkungan	71
Lampiran 7. Foto Arthropoda Berpotensi Polinator o	lari
Pengamatan	72



#### BAB I PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Tanaman apel (Malus sylvestris Mill.) merupakan tanaman buah tahunan yang berperan cukup penting untuk pemenuhan gizi dan pendapatan masyarakat. Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, kebutuhan dan upaya peningkatan produksi apel juga terus dilakukan. Salah satu sentra produksi apel di JawaTimur terletak di desa Bumiaji, Batu. Namun sejak tahun 2002 produksi apel mulai mengalami penurunan. Produktivitas pohon apel di Kota Batu saat ini jauh menurun jika dibandingkan dengan wilayah lain seperti di Nongkojajar Kabupaten Pasuruan. Sehingga pada akhirnya, tanaman apel tidak lagi menjadi komoditi unggulan agribisnis bagi petani di Batu (Sitompul, 2007). Salah satu upaya yang dilakukan para petani untuk meningkatkan produksi apel di kota Batu yakni melalui peningkatan penggunaan pestisida. Sistem pertanian modern yang bertumpu pada pasokan eksternal berupa bahan-bahan kimia seperti pupuk sintetis dan pestisida, menimbulkan kekhawatiran berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. sedangkan pertanian tradisional yang bertumpu pada pasokan internal seperti penggunaan pupuk organik menimbulkan kekhawatiran berupa rendahnya tingkat produksi pertanian jauh di bawah kebutuhan manusia.

Sistem pertanian modern yang menggunakan pupuk sintetis, herbisida maupun pestisida memberikan dampak pencemaran sehingga membahayakan kelestarian lingkungan yang belum diperhitungkan sama sekali. Selain itu Arthropoda yang dalam komunitasnya berperan dalam pengendalian hayati juga ikut dimusnahkan (Seta, 2009). Penurunan kualitas sumber daya alam akibat dari penggunaan pestisida yang berlebihan dalam jangka waktu relatif lama dan terus menerus, mampu menyebabkan terjadinya penurunan kualitas maupun kuantitas hasil panen pertanian apel (Sedgley & Griffin, 1989). Penggunaan pupuk sintetis dan pestisida yang berlebihan pada saat tanaman apel sedang berbunga mengakibatkan terjadinya penurunan kelimpahan dan diversitas serangga polinator. Akibat lain yaitu terjadi kerusakan tanaman apel, kematian dari Arthropoda yang berperan polinator dan menyebabkan pencemaran udara (Ubaidillah, 1986).

Arthropoda adalah golongan hewan yang dominan di muka bumi saat ini, sehingga dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui perubahan pada suatu lingkungan. Manusia memperoleh manfaat dari beberapa jenis Arthropoda, seperti adanya penyerbukan dan diproduksinya madu oleh lebah madu. Interaksi antara serangga dengan tumbuhan berbunga merupakan hubungan yang saling menguntungkan (Schoonhoven et al., 1998). Keberadaan Arthropoda sangat bermanfaat untuk menjaga stabilitas ekosistem yang ada di perkebunan apel. Hal ini dikarenakan tanaman apel sangat bergantung proses penyerbukannya terhadap serangga. Serangga polinator ini mempunyai peranan membantu proses penyerbukan pada tanaman apel tersebut (Amano etal, 2000). Penglihatan dan daya tangkap cahaya pada Arthropoda merupakan salah satu diantara panca indera penting. Daya sensitif Arthropoda terhadap semua panjang gelombang tidak sama, lebih jauh lagi sensivitas bervariasi jika berada dalam kondisi yang berbeda-beda, beberapa spesies bisa membedakan warna-warna yang berbeda-beda dan beberapa bisa menangkap getaran-getaran cahaya yang dipolarisasi (Mas'ud, 2002). Beberapa jenis Arthropoda mempunyai preferensi terhadap warna yang berbeda-beda.Serangga polinator secara umum mengunjungi bunga karena adanya faktor penarik yaitu bentuk bunga, warna bunga, serbuksari dan nektar (sebagai penarik primer) dan aroma (sebagai penarik sekunder) serta dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan (Raju & Ezra 2002; Fahem et al. 2004). Dari latar atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang belakang Keanekaragaman Arthropoda Kanopi yang Berpotensi Polinator pada Tanaman Apel (Malus sylvestris Mill.) di Pertanian Apel Desa Bumiaji, Batu.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan sebagai berikut :

- 1. Bagaimanakah keanekaragaman jenis dan kelimpahan Arthropoda kanopi yang berpotensi polinator pada tanaman apel di lahan apel Desa Bumiaji?
- 2. Bagaimana struktur komunitas dan komposisi Arthropoda kanopi antara musim berbunga dan berbuah?
- 3. Bagaimana hubungan antara kelimpahan Arthropoda kanopi dengan faktor lingkungan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

- 1. Untuk mengetahui keanekaragaman jenis dan kelimpahan Arthropoda kanopi yang berpotensi polinator pada tanaman apel di lahan apel Desa Bumiaji, Kota Batu.
- 2. Untuk mengetahui struktur komunitas dan komposisi Arthropoda kanopi dengan faktor abiotiknya.
- 3. Untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan Arthropoda kanopi dengan faktor lingkungan.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

- Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam upaya peningkatan budidaya apel dengan mengetahui peranan Arthropoda kanopi dalam menjaga stabilitas ekosistem di lahan pertanian apel khususnya bagi peneliti dan masyarakat pada umumnya.
- 2. Mengetahui peranan Arthropoda kanopi yang berpotensi sebagai polinator dalam upaya meningkatkan stabilitas produksi apel di desa Bumiaji, Batu.
- 3. Untuk memperoleh data dasar keanekaragaman jenis Arthropoda kanopi yang berpotensisebagai polinator pada tanaman apel.



#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Arthropoda

Arthropoda merupakan kelompok hewan yang paling dominan di muka bumi, dengan jumlah spesies paling banyak hampir 80% dari jumlah total hewan di bumi. Arthopoda hidup dibanyak habitat. Hal ini disebabkan oleh daya tahan tubuhnya yang baik, cepatnya menyesuaikan diri dengan lingkungannya pada habitat yang bervariasi, kapasitas reproduksi yang tinggi dan kemampuan menyelamatkan diri dari musuh, serta penyebaran yang sangat luas vaitu mulai dari daerah tropis hingga kutub (Borror, et al. 1992). Karakteristik Arthropoda secara umum adalah mempunyai kutikula kulit dari kitin yang sangat keras, mempunyai kaki yang terdiri dari beberapa bagian yang beruas-ruas; bagian yang beruas dipisahkan oleh adanya tagmata pada kepala, ataupun dada yang terpisahkan oleh perut. Arthropoda memiliki alat indera berupa antena yang berfungsi sebagai alat peraba, mata tunggal (ocellus) dan mata majemuk (facet), organ pendengaran pada serangga dan statocyst (alat keseimbangan) pada Crustacea; alat ekskresi berupa *coxal* atau kelenjar hijau dan saluran Malpighi; reproduksi dilakukan secara aseksual dan seksual (Kalshoven, 1981).

Beberapa jenis Arthropoda tertentu dikenal sebagai hama bagi pertanian terutama dari jenis serangga, selain itu juga bersifat sebagai predator, parasitoid, musuh alami dan sebagai pollinator (Christian & Gotisberger, 2000). Dinamika populasi Arthropoda di areal pertanian dipengaruhi oleh penggunaan pestisida. Arthropoda dapat hidup di banyak habitat yang ada di permukaan bumi, termasuk tanah dan udara. Faktor lingkungan berperan sangat penting dalam mempengaruhi struktur dan komposisi komunitas Arthropoda. Faktor biotik dan abiotik bekerja bersamaan dalam suatu ekosistem menentukan diversitas, kelimpahan, dan komposisi Arthropoda). Ekosistem yang memiliki nilai keragaman tinggi umumnya memiliki rantai makanan yang lebih panjang dan kompleks, sehingga berpeluang lebih besar untuk terjadinya interaksi seperti pemangsaan, parasitisme, kompetisi, komensalisme, mutualisme (Odum, 1993).

## 2.1.1 Manfaat dan Peranan Arthropoda

Manfaat Arthropoda menurut Grombridge (1992), digunakan sebagai spesies indikator. Bioindikator atau indikator ekologis merupakan suatu taksa atau kelompok organsime yang sensitif terhadap perubahan lingkungan memperlihatkan dan terpengaruh terhadap tekanan lingkungan akibat aktivitas manusia atau akibat kerusakan sistem biotik (gangguan alam) (Metcalfe & William, 1975). Manfaat Arthropoda sebagai bioindikator ini bertujuan untuk menggambarkan adanya keterkaitan antara kondisi faktor biotik dan abiotik pada lingkungan. Penentuan pemanfaatan Arthropoda sebagai indikator, serta pengujian hipotesis dalam menominasikan suatu spesies atau kelompok Arthropoda tertentu sangat penting dilakukan sebagai jenis Arthropoda bioindikator (McGeoch, 1998). Selain sebagai bioindikator, peluang dan prospek memanfaatkan Arthropoda sebagai sumber protein hewani juga sangat besar. Beberapa jenis Arthropoda memiliki protein yang tinggi, energi, sejumlah vitamin dan mineral (Kusumah, 1994).

Peranan dari Arthropoda sangat beragam, yaitu sebagai herbivora, predasi, parasitisme, dekomposisi (Speight dkk, 1999). Arthropoda juga berperan dalam kesuburan tanah. Arthropoda sangat berperan dalam menjaga daur hidup rantai dan jaring-jaring makanan di suatu ekosistem (Nazaruddin, 1993). Peranan Arthropoda sangat besar dalam menguraikan bahan-bahan tanaman dan hewan dalam rantai makan ekosistem dan sebagai bahan makanan makhluk hidup lain. Ekosistem yang memiliki nilai keragaman tinggi umumnya memiliki rantai makanan yang lebih panjang dan kompleks, sehingga berpeluang lebih besar untuk terjadinya interaksi seperti pemangsaan, parasitisme, kompetisi, komensalisme dan mutualisme (Odum,1993).

Serangga polinator seperti lebah madu, dapat membantu proses penyerbukan silang (Rusfidra, 2005). Asosiasi antara bunga dan serangga polinator 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. Disamping membantu penyerbukan tanaman, serangga penyerbuk juga berperan dalam perbaikan lingkungan (Shepered *et al.* 2000).

## 2.2 Arthropoda Kanopi sebagai Polinator

Arthropoda berinteraksi dengan makhluk lain dalam kehidupannya baik yang menguntungkan maupun merugikan. Salah satu bentuk interaksi yang menguntungkan adalah interaksi mutualisme antara Arthropoda dengan tanaman, vaitu sebagai penyerbuk (polinator) (Raju et al, 2002). Penyerbukan merupakan proses yang esensial dan berpengaruh terhadap pembentukan biji dan variasi genetik keturunannya. Polinasi adalah proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, dan adanya polinator yang dapat dilakukan oleh serangga, misalnya lebah madu. Kehadiran serangga polinator pada tanaman umumnya dapat membantu proses penyerbukan dan meningkatkan hasil buah dan biji (Damayanti, 2007). Tanaman apel termasuk tanaman yang penyerbukannya secara silang, keuntungan dari jenis penyerbukan silang antara lain dapat meningkatkan variabilitas keturunan, meningkatkan kualitas maupun kuantitas buah dan biji yang terbentuk (Schoonhoven et al., 1998).

Pada tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh serangga, bunga dapat dikunjungi oleh berbagai jenis serangga yang bervariasi kemampuannya dalam memindahkan serbuk sari (Apituley, 2012). Dalam proses polinasi harus terjalin hubungan timbal balik antara tanaman berbunga dengan polinatornya. Interaksi tersebut akan terbentuk apabila tanaman berbunga dapat menyediakan apa yang dibutuhkan oleh polinator untuk kelangsungan hidupnya. Ciri-ciri bunga yang penyerbukannya dibantu oleh serangga yaitu bunga besar dapat mekar sampai lebar, atau kecil tapi jumlahnya banyak dan merupakan bunga majemuk yang dapat menarik perhatian serangga; warna hiasan bunga kuning, merah, putih atau ungu biru; benang sari panjang; serbuk sari sedikit; polen besar, berat, agak berminyak atau bergetah; polen berbenjol-benjol atau berduri, permukaannya kasar dan lengket; kepala putik kecil; bunga mengeluarkan bau harum tajam, tapi kadang-kadang bau busuk; bunga mempunyai kelenjar madu yang menghasilkan nektar.

Ciri serangga yang berperan polinator antara lain mempunyai corbicula (pollen basket) pada kedua tungkai belakang, yaitu pada famili Apidae (Christian et al, 2000). Corbicula pada lebah madu dapat membawa serbuksari sebanyak 10-20 mg. Lebah madu memiliki sikat pengumpul tepung sari pada kaki depan dan keranjang pembawa tepung sari pada kaki belakang. Ciri lain serangga

penyerbuk adalah mempunyai rambut-rambut diseluruh tubuhnya vang berfungsi membawa serbuksari dari anther ke stigma bunga, seperti pada lebah (Schonhoven et al, 1998). Rambut-rambut abdomen pada lebah sosial berfungsi untuk membawa serbuksari sampai ke sarang. Tungkai pada famili Tiphiidae. Vespidae. Pompilidae dan Chrysididae (Ordo Hymenoptera) ditemukan setelah mengunjungi bunga (Abdurahman, Serangga-serangga polinator yang umum pada tanaman pertanian, diantaranya Ordo Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Thysanoptera. Arthropoda vang berkunjung pada bunga (Anthopylous) terdiri dari kelompok kumbang (Coleoptera), lalat tabuhan, lebah semut (Hymenotera), dan (Thysanoptera) dan ngengat, kupu-kupu (Lepidoptera) (Gulland & Cranston, 2000., Borror, et al. 1992).

Ordo Hymenoptera mempunyai dua subordo, yaitu Symphyta dan Apocrita. Subordo Apocrita pada fase imago merupakan serangga polinator yang penting bagi sayuran dan pertanian. Serangga-serangga polinator yang tergolong didalam subordo apocrita antara lain, superfamili Chalcidoidea, Apoidea, Vespoidea dan Formicoidea. Superfamili Apoidea ketika dewasa mencari makan serta mengumpulkan nektar dan serbuksari sebagai makanan lebih dari 85% anggota dari superfamili Apoidea hidup soliter. Adapun famili dari Apoidea adalah Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Megachilidae, Anthoporidae, Xylocopidae dan Apidae. Diantara famili-famili tersebut, yang paling besar dan paling penting berperan sebagai serangga polinator adalah famili Apidae.

Famili Apidae mempunyai ukuran tubuh yang relatif kecil, mempunyai corbicula (pollen basket) pada tungkai belakang yang berfungsi sebagai pembawa serbuksari dan material pembuat sarang (Gulland & Cranston, 2005). Superfamili Vespoidea, salah satu anggotanya adalah famili Vespidae yang dikenal dengan yellow jacket (warna tubuhnya kuning dan hitam). Sebagian besar Vespidae merupakan predator dan hanya beberapa spesies sebagai penyerbuk tanaman. Salah satu famili dalam superfamili Formicoidea adalah Formicidae (semut). Sebagian Diptera merupakan serangga polinator (Gulland & Cranston, 2000). Beberapa spesies berwarna kuning, sehingga dapat melakukan mimikri untuk menghindari musuh. Beberapa famili Diptera yang mengunjungi bunga mampu membawa

serbuksari yang mempengaruhi keberhasilan penyerbukan. Diptera yang sering mengunjungi bunga adalah Bombyliidae (fase dewasanya memiliki proboscis panjang untuk mengumpulkan nektar), Syrphidae, Drosophilidae (Gulland & Cranston, 2000).

Ordo Lepidoptera dikenal dengan kupu-kupu dan ngengat. Pada saat imago, Lepidoptera merupakan serangga yang penting dalam penyerbukan bunga tumbuhan berbiji. Imago Lepidoptera biasanya mengumpulkan nektar dan mengangkut serbuksari dari satu bunga ke bunga yang lain sehingga terjadi penyerbukan. Ordo Coleoptera (kumbang) mempunyai beragam kebiasaan dalam hidupnya, seperti mengambil nektar dan beberapa membawa serbuksari dari bermacam bunga. Beberapa famili dari Coleoptera yang berperan sebagai polinator adalah Melyridae, Cantharidae, Chrysomelidae, Nitidulidae (kumbang bunga), Meligethes spp., dan Curculionidae. Salah satu spesies Curculionidae adalah Elaeidobius spp., yang berperan sebagai polinator kelapa sawit (Meliala, 2008). Ordo Thysanoptera dinilai sebagai penyerbuk yang sukses pada sejumlah bunga yang berbeda. Serangga mengangkut serbuksari dari bunga yang satu ke bunga yang lain, sehingga terjadi penyerbukan. Selanjutnya, hubungan tersebut dimanfaatkan oleh tumbuhan pada subdivisi Angiospermae misalnya tanaman apel untuk membantu proses pembuahan (Schoonhoven et al, 1998).

Perjalanan serangga mencari pakan membantu penyerbukan pada bunga karena tanpa sengaja membawa serbuksari yang melekat pada tubuhnya ke kepala putik bunga lain. Didalam bunga terdapat serbuksari yang mengandung 15-30% protein, nektar yang mengandung 50% gula dan 5% material lainnya (Schoonhoven *et al.*, 1998). Secara umum ada dua macam nektar, yaitu nektar floral dan nektar ekstra floral. Nektar floral adalah nektar yang dihasilkan dari dalam atau dekat bunga tanaman. Nektar ekstra floral dihasilkan oleh bagian tanaman selain bunga. Pada saat polinator memperoleh banyak manfaat dari kontaknya dengan bunga, yang dapat berupa makanan, tempat berlindung dan membangun sarang atau tempat melakukan perkawinan maka kontak tersebut dapat menjadi bagian yang tetap antara polinator dengan tanaman berbunga.

## 2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Arthropoda

Perkembangan Arthropoda di alam dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam dan faktor luar (Jumar, 2000). Faktor dalam yaitu faktor yang dimiliki oleh Arthropoda itu sendiri, dan faktor luar yakni faktor yang berada dilingkungan sekitarnya. Tinggi rendahnya populasi suatu jenis Arthropoda pada suatu waktu merupakan hasil pertemuan antara dua faktor tersebut.

#### 2.3.1 Faktor internal

#### a. Pertumbuhan populasi

Pada dasarnya pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh dua hal utama yaitu pertambahan dan pengurangan jumlah anggota populasi. Berkurangnya populasi penyusun komunitas berarti pula mengurangi keanekaragaman komunitas tersebut (Odum, 1993).

## b. Interaksi antar spesies

Didalam suatu komunitas ataupun ekosistem terdapat faktor pembatas berupa keterbatasan sumber daya, baik berupa makanan, maupun tempat hidup. Didalam komunitas maupun ekosistem terjadi interaksi antar faktor penyusunnya, termasuk juga interaksi antar anggota penyusun populasi. Interaksi antar spesies ini meliputi, kompetisi dan pemangsaan.

#### c. Kompetisi

Persaingan terhadap berbagai sumber tak akan terjadi apabila sumber-sumber tersebut persediaannya cukup bagi seluruh spesies. Interaksi yang bersifat persaingan sering melibatkan ruangan, pakan, unsur hara dan sinar matahari. Persaingan antar jenis dapat berakibat dalam penyesuaian keseimbangan dua jenis atau berakibat pergantian populasi jenis satu dengan lainnya, atau memaksa yang satunya untuk menempati tempat lain untuk menggunakan pakan lain, tidak perduli apapun yang menjadi dasar persaingan itu (Odum, 1993).

## d. Pemangsa

Keberadaan pemangsa pada suatu lingkungan mengakibatkan adanya pengurangan jenis dan jumlah Arthropoda, sehingga ada ketidakseimbangan antara jenis dan jumlah hewan didalam suatu komunitas (Kramadibrata, 1990). Keberadaan pemangsa secara tidak langsung menjadi pengendali jumlah maupun jenis serangga yang ada. Berkurangnya jenis dalam komunitas tersebut dapat mengurangi indeks keanekaragamannya.

#### 2.3.2 Faktor eksternal

Faktor eksternal dipengaruhi oleh tiga faktor lain, yaitu faktor abiotik (fisik), faktor biotik dan faktor makanan,

- a. Faktor Abiotik (fisik)
- 1) Suhu

Serangga memiliki kisaran suhu tertentu untuk hidup. Pengaruh suhu jelas terlihat pada proses fisiologi Arthropoda. Pada suhu tertentu aktivitas Arthropoda tinggi, akan tetapi pada suhu lain akan berkurang atau menurun. Pada umumnya kisaran suhu efektif adalah suhu minimum 15°C, suhu optimum 25°C, dan suhu maksimum 45°C. Pada suhu optimum kemampuan untuk melahirkan besar, dan kematian (mortalitas) sebelum batas umur sedikit (Jumar, 2000). Suhu mempengaruhi aktivitas Arthropoda, penyebaran geografis dan lokal, perkembangan.

#### 2) Kelembaban (RH)

Jumar (2000) menyatakan bahwa kelembaban penting peranannya dalam mengatur suhu pada lingkungan, karena terjadi interaksi suhu dengan kelembaban yang sangat erat. Kelembaban yang dimaksud adalah kelembaban tanah, udara dan tempat hidup serangga. Kelembaban merupakan faktor penting yang mempengaruhi distribusi, kegiatan dan perkembangan Arthropoda.

## 3) Cahaya

Cahaya adalah faktor ekologi yang besar pengaruhnya terhadap Arthropoda seperti terhadap lamanya hidup, carabertelur, berubah arah terbang, karena banyak Arthropoda yang mempunyai reaksi positif terhadap cahaya (Natawigena, 1990). Perubahan intensitas cahaya bisa dikatakan sebagai faktor penting yang bisa membawa hewan hidup pada tempat dengan suhu dan kelembaban yang sesuai.

## 4) Angin

Angin berperan dalam membantu penyebaran Arthropoda, terutama bagi Arthropoda yang berukuran kecil. Angin juga berpengaruh terhadap kandungan air dalam tubuh Arthropoda karena angin dapat mempercepat penguapan dan penyebaran udara (Jumar, 2000). Angin dapat mempengaruhi pemencaran dan keaktifan serangga (Sunjaya 1970 *dalam* Koesmaryono 1985).

#### 5) Warna dan Bau

Beberapa jenis Arthropoda juga ada yang tertarik oleh satu warna seperti warna biru dan kuning.Arthropoda mempunyai preferensi tersendiri terhadap warna dan bau, seperti terhadap warna bunga.

#### b. Faktor Biotik

Faktor biotik yang mempengaruhi perkembangan Arthropoda antara lain,

#### 1) Musuh Alami

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

## 2) Kompetitor

Faktor kompetisi biologis merupakan faktor penting dalam proses evolusi, karena sebagai persyaratan habitat untuk hewan dan tumbuhan menjadi lebih terbatas dan makanan untuk hewan juga menjadi sedikit. Peran kompetitor mempengaruhi kekayaan spesies yang digambarkan melalui hubungan relung antar spesies dan komunitas.

#### c. Faktor Makanan

Natawigena (1990) menyatakan bahwa makanan dengan kualitas yang cocok dan kuantitas yang yang cukup akan menyebabkan naiknya populasi Arthropoda dengan cepat dan sebaliknya makanan dengan kualitas yang tidak cocok dan kuantitas yang kurang akan menyebabkan naiknya populasi dengan lambat.

## 2.4 Variasi Distribusi Temporal Arthropoda

Distribusi merupakan gambaran sebaran hewan dalam suatu wilayah. Distribusi sangat dipengaruhi oleh kepadatan populasi, pola sebaran hewan tersebut dan faktor-faktor lingkungan yang ada di

habitatnya. Penyebaran individu di dalam populasi mengikuti pola tertentu sesuai dengan jenis organisme, macam habitat yang ditempati dan luas area yang diamati (Suheriyanto, 2008). Sebagian besar Arthropoda sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan khususnya, suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban berperan dalam kelimpahan serangga dan sebagai regulator sumber daya bagi organisme, sedangkan kondisi cahaya memicu untuk memulai siklus hidup dalam perkembangbiakan. Cuaca dan iklim berpengaruh besar terhadap habitatnya sangat perilaku. perkembangan populasi maupun penyebaran suatu Arthropoda, sedangkan cahaya matahari sangat berhubungan erat dengan kehidupan Arthropoda (Odum, 1993).

Faktor yang dapat mempengaruhi variasi distribusi temporal di antaranya adalah faktor kompetisi dan predasi. Persaingan antar jenis dapat berakibat dalam penyesuaian keseimbangan dua jenis atau berakibat pergantian populasi jenis satu dengan lainnya, atau memaksa yang satunya untuk menempati tempat lain untuk menggunakan pakan lain, tidak perduli apapun yang menjadi dasar persaingan itu (Odum, 1993). Keberadaan predator dan parasit dapat menyeimbangkan populasi mangsa sampai pada tingkat yang sangat rendah sehingga kompetisi antar organisme mangsa berkurang.

## 2. 5 Tinjauan Umum Tanaman Apel (M. sylvestris Mill.)

Tanaman apel merupakan tanaman tahunan yang berasal dari daerah Asia Barat dengan iklim sub tropis. Di Indonesia daerah sentra apel terdapat di Jawa Timur khususnya di Batu, Poncokusumo dan Nongko Jajar. Jenis-jenis apel yang dikembangkan di Indonesia antara lain *Rome beauty, Manalagi, Anna, Princess noble, Wangli* atau *Lali jiwo* (Soelarso, 1996).



Gambar 2.1 Tanaman apel varietas Anna (Soelarso, 1996).

Soelarso (1996) mengklasifikasikan tanaman apel sebagai berikut,

Divisio : Spermatophyta Subdivisio : Angiospermae Klas : Dicotyledonae

Ordo : Rosales
Famili : Rosaceae
Genus : Malus

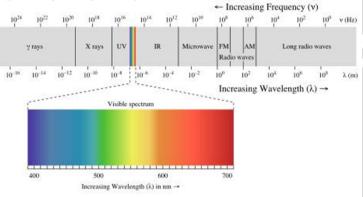
Spesies : *Malus sylvestris* Mill.

Spesies M. sylvestris Mill memiliki bermacam-macam varietas dengan ciri-ciri atau kekhasan tersendiri, dan pada umumnya tidak tampak berbeda ditinjau dari morfologinya. Saat pembungaan, tanaman apel banyak dipengaruhi oleh temperatur, namun setiap varietas memberikan respon yang berbeda terhadap temperatur. Temperatur yang sesuai untuk pembungaan adalah antara 12°-18°C. Struktur bunga apel vaitu bunga bertangkai pendek, bertandan dan pada tiap tandan terdapat 7 – 9 bunga, bunga apel tumbuh pada ketiak daun, mahkota bunga berwarna putih sampai merah jambu. Stigma terdapat pada 2 stilus yang saling menyatu pada setiap bagian dasarnya. Stilus tersebut bertipe solid dengan pusat jaringan transmisi vang polennya tumbuh secara interselular. Ginoecium apel dipercaya menjadi syncarpous yang tidak sempurna dan setiap karpela terdiri dari dua ovula yang berpotensial membentuk dua biji atau sepuluh biji per buah. Salah satu jenis buah apel yang ada di Indonesia yaitu apel Anna, disebut juga apel jonathan. Bentuk dan warnanya mirip apel impor. Bentuk buah apel ini lonjong seperti trapesium terbalik pangkal berlekuk kedalam dan ujung 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).

## 2. 6 Warna dalam Cahaya

Warna dapat didefinisikan sebagai bagian dari pengalamatan indera penglihatan atau sebagai sifat cahaya yang dipancarkan. Proses dari terlihatnya warna terjadi karena adanya cahaya yang menimpa suatu benda, selanjutnya benda tersebut memantulkan cahaya ke mata (retina) dan terlihat warna (Bueche, 1998). Spektrum

warna tidak hanya terbatas pada warna-warna yang dapat kita lihat. Pada kenyataannnya, warna saling bercampur satu sama lain. Spectrum warna pada dasarnya tidak sebatas yang mampu kita lihat, melainkan sangan memungkinkan mendapat panjang gelombang yang lebih pendek dari sinar ungu atau lebih panjang dari sinar merah. Pada spektrum yang lebih lengkap, akan ditunjukkan ultra-ungu dan inframerah, namun dapat diperlebar lagi hingga sinar-X dan gelombang radio, dan diantara sinar-sinar yang lain (Gambar 2.1) menunjukkan posisi-posisi spektrum warna (Bueche, 1998),



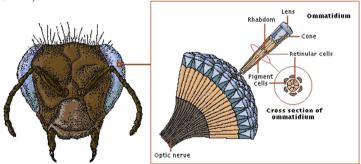
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Bueche, 1998).

## 2.7 Mekanisme Penglihatan Arthropoda

Pada beberapa jenis arthropoda, memiliki struktur mata tunggal (oceli) dan mata majemuk merupakan alat penerima rangsangan cahaya. Mata tunggal mempunyai lensa kornea tunggal sedangkan mata majemuk mempunyai banyak omatidium yang dilapisi dengan lensa kornea segi enam (Borror, 1992). Mata tunggal berfungsi untuk membeda-bedakan intensitas cahaya yang diterima. Sedangkan mata majemuk berfungsi sebagai pembentuk bayangan yang berupa mozaik. Mata serangga juga disebut dengan compound eye, yang memiliki banyak segi (facet). Masing-masing segi memiliki lensa tetap (fixed lens) dan kerucut Kristal (crystalline cone) yang berfungsi untuk melakukan fokus pada cahaya pada sel penangkap cahaya (Photoreceptor cell) yang kemudian menyampaikan informasi ke otak. Tiap-tiap facet bertanggung jawab hanya pada daerah tertentu pada tiap jarak pandangnya. Tiap-tiap ommatidium

membentuk sebuah gambaran elemen dalam antara gelap dan terang yang berbentuk pola dan titik. Kemudian dikompilasikan dengan informasi dari ommatidia lainnya untuk menggambarkan sebuah *image* (gambaran).

Proses melihat suatu benda pada Arthropoda terjadi apabila sinar melewati pupil mata dan lensa mata, selanjutnya akanmengenai bagian belakang selaput mata. Selanjutnya, dari selaput mata akan diteruskan keotak. Akibat dari adanya perbedaan panjang gelombang dan frekuensi dari sinar yang hingga ke dalam mata, akan menimbulkan rangsangan yang berbeda-beda intensitasnya terhadap sinar yang dapat ditangkap. Penglihatan dan daya tangkap cahaya pada Arthropoda merupakan salah satu diantara panca indera penting. Daya sensitif Arthropoda terhadap semua panjang gelombang tidak sama, lebih jauh lagi sensivitas bervariasi jika berada dalam kondisi yang berbeda-beda, beberapa spesies bisa membedakan warna-warna vang berbeda-beda dan beberapa bisa menangkap getaran-getaran cahaya yang dipolarisasi (Mas'ud, 2002). Beberapa jenis Arthropoda mempunyai preferensi terhadap warna yang berbeda-beda. Seperti contoh lebah madu dapat membedakan warna kuning dan biru tetapi tidak bisa melihat warna merah. Berbeda dengan kutu daun bersayap ataupun lalat penggorok yang tertarik pada warna kuning (Mas'ud, 2002). Struktur dan anatomi mata serangga terlihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Struktur mata facet Arthropoda (Santos, 2006)

## 2.8 Perangkap Bejana Berwarna (Pan Trap) untuk Menarik Arthropoda Kanopi

Arthropoda kanopi sangat berlimpah jumlahnya, Beberapa Arthropoda tertentu tertarik oleh suatu warna. Salah satu cara untuk mengendalikan organisme hama tanaman secara mekanik yaitu dengan menggunakan perangkap. Salah satu jenis perangkap yang paling efektif dan sering digunakan dalam penelitian adalah jenis perangkap warna, yaitu warna kuning dan biru. Penggunaan jenis perangkap warna kuning didasari karena Arthropoda tertarik oleh warna kuning yang mencolok. Warna kuning mirip warna kelopak bunga yang sedang mekar sempurna. Begitu juga dengan perangkap warna biru, karena sifat dasar dari beberapa jenis Arthropoda yang tertarik oleh warna biru, seperti warna kelopak bunga yang sedang mekar. Perangkap kuning ampuh memikat hama golongan aphid, kutu, dan tungau. Hal itu juga dapat dijadikan indikator populasi hama di sekitarnya. Sehingga ketika Arthropoda melihat warna kuning akan mendatanginya (Lowman, 1992).

Penggunaan metode perangkap berwarna (pan trap) untuk koleksi Arthropoda kanopi dilakukan dengan bejana warna kuning dan biru, digantungkan pada tanaman. Perangkap ini pada dasarnya yaitu, menggunakan campuran air, pengawet (natrium benzoate) dan deterjen. Cairan deterjen yang telah larut dengan air didalam bejana digunakan untuk memecah tegangan permukaan air, sehingga Arthropoda akan jatuh, serta berfungsi untuk mengoleksi Arthropoda vang tertarik dengan bau atau aroma. Menurut Leksono et al. (2007), kelimpahan dan kekayaan spesies dari Attelabidae dan Cantharidae diperoleh lebih tinggi dalam perangkap bejana warna biru. Permana (2011) menambahkan, dalam penelitiannya mengenai diversitas, komposisi dan struktur komunitas serangga kanopi jati (Tectona grandis Linn. F.) menggunakan perangkap bejana (pan trap) berwarna biru dan kuning yang dipasangkan bersama pada satu tegakan pohon jati, diperoleh hasil bahwa serangga kanopi yang dikoleksi lebih efektif diperoleh pada perangkap bejana warna kuning dibandingkan bejana warna biru. Arthropoda yang dapat diperangkap dengan perangkap bejana (pan trap) ini antara lain kutu loncat, kutu daun dan semua golongan Arthropoda yang tertarik dengan gelombang yang dipancarkan benda berwarna kuning.

## 2.9 Desa Bumiaji, Batu

Provinsi Jawa Timur sebagai salah satu provinsi penghasil apel di Indonesia antara lain berada di wilayah Batu, Poncokusumo dan Nongkojajar. Salah satu sentra produksi apel di Jawa Timur terletak di desa Bumiaji. Batu. Bagi masyarakat kota Batu, buah apel merupakan komoditas pertanian yang penting dan menempati posisi teratas dalam bidang agroindustri, baik sebagai buah segar maupun dalam bentuk olahan. Sebagai komoditi unggulan, sentra tanaman apel terbesar berada di Kecamatan Bumiaji yang menempati luas sekitar 95% dari total lahan apel di Batu. Apel dijadikan sebagai maskot kota Batu. Namun luas lahan apel dari tahun ke tahun terus menyusut. Produktivitas pohon apel di Kota Batu saat ini jauh menurun jika dibandingkan dengan wilayah lain seperti di Nongkojajar Kabupaten Pasuruan. Sehingga pada akhirnya, tanaman apel tidak lagi menjadi komoditi unggulan agribisnis bagi sebagian petani di Batu (Sitompul, 2007). Meningkatnya impor setiap tahunnya merupakan indikator produksi dalam negeri belum dapat memenuhi permintaan buah apel yang terus meningkat.

Pertanaman apel di Kota Batu Jawa Timur selama kurun waktu 5 tahun terakhir terus mengalami penurunan. Teknik budidaya yang tepat dan manajemen budidaya yang baik dapat meningkatkan produksi tanaman. Salah satu tahap yang menentukan produksi adalah fase pembungaan. Menurut Untung (1994), gagalnya pembuahan dapat disebabkan oleh gugurnya bunga. Penyebab gugurnya bunga antara lain kandungan nitrogen dalam tanah sedikit, kekeringan, hujan, dan penyemprotan pupuk daun saat tanaman sedang berbunga. Meningkatnya beragam jenis hama dan penyakit tanaman, serta sulitnya memutar modal tanam dan kerja di kalangan petani apel akibat harga pestisida yang relatif mahal. Faktor penyebab lain terjadinya penurunan produksi apel di Kota Batu ialah suhu udara di Kota Batu yang tidak lagi sesejuk dulu. Dalam sepuluh tahun terakhir terjadi peningkatan suhu yang drastis di Kota Batu.

## BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2012 s/d Januari 2013 di lahan pertanian apel Desa Bumiaji, Batu, Jawa Timur dengan koordinat lokasi penelitian adalah 7° 44′ 55, 11″ s/d 8° 26′ 35, 45″ LS 122° 17′ 10, 90″ s/d 122° 57′ 00,00″ BT. Lokasi yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah perkebunan apel semiorganik. Identifikasi Arthropoda kanopi dilakukan di laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.2 Deskripsi Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian lapangan dilakukan di perkebunan apel semi organik di Desa Bumiaji Kota Batu, Jawa Timur. Luas area penelitian ini adalah sebesar 1 ha untuk perkebunan apel. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dibawah ini,



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian (Arsip malang, 2011)

#### 3.3 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kondisi dan lokasi penelitian, yaitu di perkebunan apel semi organik di desa Bumiaji, Batu, Jawa Timur. Studi pendahuluan dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian. Pada survei awal dilakukan pengamatan dan menentukan beberapa tegakan pohon apel yang akan dipasangkan perangkap bejana berwarna.

## 3.4 Rancangan Percobaan

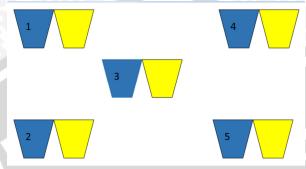
Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional. Pemilihan tegakan pohon apel sebagai titik sampel yang ditemukan di lokasi penelitian dilakukan secara sistematis yaitu dengan metode menyilang. Tujuannya agar di dalam proses pengambilan sampel bisa mewakili semua lahan. Penelitan mengenai keanekaragaman Arthropoda kanopi yang berpotensi sebagai polinator dilakukan pada musim awal pembungaan apel sampai pada fase pembuahan apel. Parameter yang diamati dari faktor biotik adalah diversitas, dan komposisi Arthropoda kanopi pada perkebunan apel. Sedangkan faktor abiotik adalah suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

## 3.5 Cara Kerja

## 3.5.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dipilih di perkebunan apel dengan komunitas serangga di suatu wilayah dapat diketahui dengan mengambil sampel. Strategi dan teknik yang digunakan akan mempengaruhi nilai sampel yang akan digunakan sebagai bahan dalam analisis (Fachrul, 2007). Pengamatan dilakukan di setiap lokasi pada lima tegakan pohon apel, yang akan dipasang jebakan (pan trap).

Denah pengamatan Arthropoda kanopi pada tanaman apel dapat dilihat pada **Gambar 3.2** berikut ini,



#### **Keterangan:**

1 – 5 : Titik pencuplikan



: Jebakan warna biru



: Jebakan warna kuning

Gambar 3.2 Rancangan Denah Penelitian (systematic sampling)

## 3.5.2 Pencuplikan Arthropoda Kanopi

Pencuplikan Arthropoda kanopi dilakukan dengan perangkap bejana berwarna (pan trap) biru dan kuning dengan diameter ±25 cm diletakkan pada tegakan tanaman apel. Bejana berwarna tersebut berisi campuran air ± 500 ml, NaCO<sub>2</sub> sebagai pengawet, dan deterjen. Sepasang perangkap berwarna digantungkan pada salah satu cabang tanaman apel di masing-masing lima tanaman apel yang sudah ditentukan berdasarkan systematic sampling. Pengambilan sampel dilakukan setiap empat hari sekali sebanyak empat kali pencuplikan.

## 3.5.3 Pengukuran Faktor Abiotik Lingkungan

Pengukuran faktor lingkungan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara serangga polinator yang ditemukan dengan lingkungan abiotiknya. Pengukuran faktor abiotik lingkungan dilakukan setiap kali pengambilan sampel (setiap empat hari sekali).

Pengukuran faktor lingkungan meliputi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Suhu udara dan kelembaban diukur dengan psikrometer, intensitas cahaya diukur dengan luxmeter.

#### 3.6 Analisis Data

Arthropoda yang telah dikoleksi lalu diidentifikasi antara serangga yang berpotensi sebagai polinator dengan non polinator, serta masing-masing dihitung kelimpahannya. Data yang didapatkan ditabulasi dengan Microsoft excel untuk menentukan besarnya nilai kelimpahan relatif (KR), frekuensi relatif (FR), indeks nilai penting (INP), indeks keragaman (H'). Angka kelimpahan akan menunjukkan jumlah individu dari suatu panjang tertentu. Keanekaragaman jenis adalah suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan kelimpahan spesies yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas.

- a. Kelimpahan (K) menurut Krebs (2001) adalah jumlah individu famili di seluruh plot
- b. Kelimpahan relatif (Kr) (Krebs, 2001) dengan rumus:

$$KR = K X 100\%$$
Jumlah total seluruh famili

Keterangan:

K = Kelimpahan suatu famili

Famili a = Suatu famili

KR = Kelimpahan Relatif

- c. Perhitungan Frekuensi menurut Krebs (2001),
  - F = <u>Jumlah plot yang terdapat famili a</u> Jumlah plot yang terdapat seluruh famili
- d. Frekuensi relatif (Fr) menurut Krebs (2001) dengan rumus: FR = \_\_\_\_X 100%

Jumlah total frekuensi seluruh famili

Keterangan:

F = Frekuensi suatu famili Famili a = Suatu famili KR = Kelimpahan Relatif e. Indeks Nilai Penting (INP) dengan rumus:

$$INP = Fr + Kr$$

Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') menurut Krebs (2001) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

H' = -Σ pi ln pi atau H' = -Σ [
$$(\frac{ni}{N})$$
 Ln  $(\frac{ni}{N})$ ]

## Keterangan:

H ': indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

pi : proporsi spesies ke-i di dalam sampel total

ni: jumlah individu dari seluruh jenis

N: jumlah total individu dari seluruh jenis

< 1 : keanekaragaman rendah

2-3: keanekaragaman sedang

> 3 : keanekaragaman tinggi

Tingkat kesamaan komposisi anatar dua musim dianalisis dengan indeks *Bray-Curtis* (IBC) menurut Brower *et al.*, (1990). Dengan rumus,

$$IBC = \underbrace{1 - (\sum |xi - yi|)}_{(\sum (xi + yi))}$$

## Keterangan:

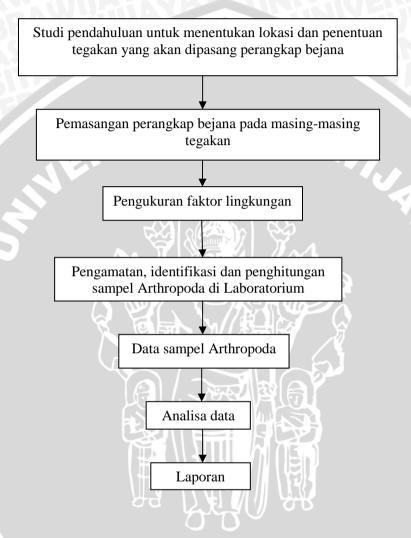
IBC = Indeks Kesamaan *Bray-Curtis* 

xi= Jumlah individu ke-i pada contoh x

yi= Jumlah individu ke-i pada contoh y

Kelimpahan dan diversitas Arthropoda kanopi dan korelasinya dengan faktor abiotik lingkungan dianalisis secara deskriptif. Uji ini dilakukan dengan menggunakan program SPSS® versi 16.00 for Windows.

## 3.7 Skema Tahapan Kerja



#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keanekaragaman Jenis dan Kelimpahan Arthropoda Kanopi yang Berpotensi Polinator pada Tanaman Apel di Lahan Apel Desa Bumiaji, Batu

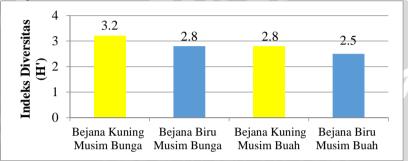
Jumlah keseluruhan Arthropoda kanopi yang ditemukan di lahan pertanian apel dalam 80 jebakan sebanyak 1121 individu. Arthropoda tersebut teridentifikasi sebagai anggota dari 9 ordo, 33 famili. Perhitungan diversitas Arthropoda kanopi dengan perhitungan indeks *Shannon-Wiener*, menunjukkan bahwa diversitas Arthropoda kanopi pada dua warna bejana di musim berbunga dan berbuah menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Indeks diversitas *Shannon-Wiener* merupakan hasil perhitungan yang dapat digunakan untuk melihat kestabilan lingkungan suatu area tertentu (Barbour *et al.*, 1987). Indeks diversitas Arthropoda kanopi antara dua warna bejana dan dua musim didapatkan hasil perhitungan indeks *Shannon-Wiener* sebesar 3,2 pada bejana kuning musim bunga, 2.8 pada bejana biru musim buah, 2.8 bejana kuning musim buah, dan 2.5 pada bejana biru musim buah (**Gambar 4.1**).

Indeks *Shannon-Wiener* adalah perhitungan berdasarkan ketidakpastian dan melihat pada teori informasi (Krebs, 2001). Kestabilan yang tinggi pada musim bunga menunjukkan tingkat kompleksitas yang tinggi. Sehingga, dapat diartikan didalam lingkungan tersebut terjadi interaksi yang tinggi dan organisme tersebut memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam menghadapi gangguan terhadap komponen komunitas dalam lingkungannya (Leksono, 2007). Kriteria nilai indeks keanekaragaman jenis berdasarkan *Shannon-Wiener* menurut Barbour *et al.* (1987) *dalam* Suwena (2007) adalah:

**Tabel 4.1** Nilai Diversitas Berdasarkan Indeks *Shannon-Wiener* (H'):

Nilai	Kestabilan Lingkungan
H'<1	Sangat Rendah
H'>1-2	Rendah
H'>2-3	Sedang (medium)
H'>3-4	Tinggi
H'>4	Sangat Tinggi

Menurut Leksono (2007), keanekaragaman jenis digunakan untuk melihat adanya kompleksitas suatu komunitas. Keanekaragaman Arthropoda antara musim berbunga dan berbuah di kebun apel tidak berbeda secara signifikan. Hal ini dapat disebabkan karena faktor musim yang tidak terlalu berpengaruh terhadap diversitas Arthropoda kanopi. Diversitas Arthopoda kanopi gabungan antara bejana kuning dan biru dikedua musim didapatkan hasil sebagai berikut,



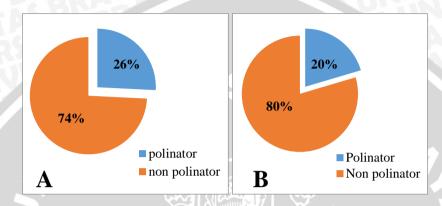
Gambar 4.1 Indeks diversitas (Shannon-Wiener) Arthropoda.

Nilai perhitungan indeks diversitas tertinggi diperoleh dari bejana kuning musim berbunga (H'= 3,2), sehingga dari nilai perhitungan tersebut dapat dikatakan keanekaragaman Arthropoda kanopi pada bejana kuning musim berbunga memiliki kestabilan ekosistem vang tinggi (Tabel 4.1). Indeks diversitas pada musim berbuah bejana biru (H'=2.5) lebih rendah dibanding bejana kuning (H'=2.8), sehingga bisa diartikan bahwa tingkat kompleksitas dan interaksi organisme yang terjadi juga rendah. Perbedaan nilai indeks diversitas pada musim berbunga dan berbuah menunjukkan bahwa pada musim berbunga mempunyai tingkat kestabilan ekosistem yang lebih tinggi dibandingkan musim berbuah. Keanekaragaman jenis yang tinggi merupakan indikator dari kemantapan atau kestabilan suatu ligkungan pertumbuhan (Barbour et al., 1987 dalam Suwena 2007). Angka perhitungan indeks Shannon-Wiener (H') sebesar 2.5-2.8 dinilai memiliki kestabilan ekosistem yang tergolong sedang. Soegianto (1994) menjelaskan bahwa, suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi apabila komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies (jenis) dengan kelimpahan spesies yang sama atau hampir sama. Namun sebaliknya, apabila komunitas tersebut disusun oleh spesies yang sangat sedikit, dan hanya sedikit saja spesies yang dominan, maka keanekaragaman jenisnya tergolong rendah.

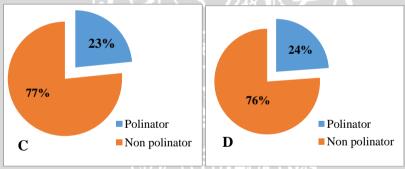
Nilai indeks keanekaragaman antar dua warna bejana pada dua musim menunjukkan hasil perbedaan yang tidak terlalu signifikan. hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan musim yang tidak terlalu berpengaruh terhadap keberadaan Arthropoda kanopi. Keanekaragaman spesies merupakan jumlah total proporsi suatu spesies relatif terhadap jumlah total individu yang ada, sehingga semakin seimbang proporsi jumlah spesies yang menunjukkan keanekaragaman yang semakin tinggi (Leksono, 2007). Semakin tinggi keanekaragaman spesies suatu komunitas, maka semakin tinggi pula kemungkinan interaksi yang terjadi antar spesies dalam komunitas tersebut. Selain itu, suatu ekosistem yang mempunyai keragaman jenis yang tinggi, pada umumnya mempunyai siklus rantai makanan yang lebih panjang dan kompleks. Sehingga peluang adanya interaksi yang terjadi seperti pemangsaan, parasitisme, kompetisi, komensalisme dan mutualisme didalam lingkungannya juga berpeluang lebih besar (Odum, 1993).

Interaksi antara Arthropoda dengan tanaman dapat bersifat positif (menguntungkan), negatif (merugikan) atau pun netral (Price dalam Oka, 1989). Peran famili Arthropoda kanopi dalam komunitasnya dipengaruhi oleh jenis makanan dan pola tingkah laku selama hidupnya (Yulia, 2009). Diversitas Arthropoda kanopi yang ada pada suatu lingkungan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, menurut Krebs (2001) peertumbuhan dan keanekaragaman populasi organisme dipengaruhi oleh adanya ketersediaan dan variabilitas sumber daya pada masing-masing habitatnya. Selain itu, faktor abiotik seperti suhu, intensitas cahaya, kecepatan angin, curah hujan dan kelembaban udara dapat memberikan pengaruh terhadap perkembangan Arthropoda dalam melangsungkan hidupnya.

Persentase kelimpahan Arthropoda polinator dan non polinator pada bejana kuning dan biru dikedua musim terlihat pada **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3** berikut ini,



Gambar 4.2 Persentase kelimpahan Arthropoda kanopi polinator dan non polinator musim berbunga bejana kuning (A) dan biru (B).



Gambar 4.3 Persentase kelimpahan Arthropoda kanopi polinator dan non polinator musim berbuah bejana kuning (C) dan Biru (D).

Persentase kelimpahan Arthropoda polinator yang ditemukan pada bejana kuning musim berbunga (**A**) sebesar 26%, lebih besar dibanding di bejana biru (**B**) sebesar 20%. Sedangkan dimusim berbuah bejana biru (**D**) lebih besar 24%, dibanding bejana kuning (**C**) musim berbuah yaitu sebesar 23%. Kelimpahan populasi

Arthropoda polinator pada bejana warna kuning (A) pada musim berbunga yang lebih tinggi dibanding bejana biru (B) disebabkan oleh adanya ketertarikan beberapa jenis Arthropoda polinator terhadap gelombang yang dipancarkan benda berwarna kuning. Ketertarikan Arthropoda oleh bejana warna kuning karena warna yang mencolok seperti warna kelopak bunga yang sedang mekar sempurna. Beberapa jenis Arthopoda yang tertarik dengan warna kuning misalnya dari Formicidae, Muscidae, Drosophilidae, dan dari jenis kupu-kupuan (Mudjiono, 1998). Keberadaan serangga polinator pada musim bunga dan musim buah pada tanaman apel disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya aroma yang dikeluarkan bunga yang disukai oleh serangga tertentu, ketersediaan makanan, adanya predator, dan faktor lingkungan misalnya suhu, cahaya dan kelembaban (Purwantiningsih, 2012).

Persentase Arthropoda polinator pada bejana biru musim berbuah lebih tinggi (24%) dibanding bejana kuning (23%) (Gambar 4.2). Hal ini dikarenakan beberapa golongan Arthropoda memiliki ketertarikan pada warna biru, misalnya pada famili Pieridae atau golongan kupu-kupuan. Arthropoda polinator sangat menyukai dengan warna-warna yang cerah. Penglihatan dan daya tangkap cahaya Arthropoda merupakan salah satu diantara indera penting. Daya sensitif Arthropoda terhadap semua panjang gelombang tidak sama, lebih jauh lagi sensivitas bervariasi jika berada dalam kondisi yang berbeda-beda, beberapa spesies bisa membedakan warna-warna yang berbeda-beda dan beberapa bisa menangkap getaran-getaran cahaya yang dipolarisasi (Mas'ud, 2002). Beberapa jenis Arthropoda mempunyai preferensi terhadap warna yang berbeda-beda.

Perbedaan respon visual dari beberapa Arthropoda yang tertarik pada warna tertentu dapat mempengaruhi jenis dan jumlah Arthropoda yang ditemukan pada tanaman apel. Pertumbuhan populasi organisme dipengaruhi oleh ketersediaan dan variabilitas sumber daya yang ada pada masing-masing habitatnya (Krebs, 2001). Beberapa jenis serangga mampu membedakan jenis warna, seperti lebah madu. Sesies ini mampu membedakan warna kuning dan biru. Selain itu, perangkap warna kuning juga ampuh untuk memikat hama golongan aphid, kutu, dan tungau. Serangga dapat melihat panjang gelombang cahaya dari 300-400 nm (mendekati ultraviolet) sampai 600-650 nm (orange). Diduga bahwa serangga tertarik pada

ultraviolet karena cahaya itu merupakan cahaya yang diabsorbsi oleh alam terutama oleh daun (Written, 1994). Warna kuning sangat menarik perhatian bagi serangga karena warna tersebut memberikan stimulus sumber makanan yang disukai serangga. Serangga akan mengira bahwa warna tersebut adalah suatu daun atau buah yang sehat. Hal inilah yang menyebabkan serangga tertarik untuk mendekatinya sebagai makanannya. Beberapa golongan Arthropoda yang tertarik oleh warna kuning misalnya Drosophilidae, Muscidae, Formicidae.

Pada musim berbunga tanaman apel mampu menyediakan makanan yang lebih melimpah bagi populasi Arthropoda polinator. Adanya kemelimpahan dan keanekaragaman jenis makanan yang tersedia bagi Arthropoda, menyebabkan kelimpahan spesies juga semakin tinggi. Jumlah keseluruhan individu Arthropoda pada musim bunga sebanyak 439 individu, dari 30 famili, 9 ordo. Dari 439 individu Arthropoda dimusim bunga, 111 individu, dari 11 famili, 3 ordo termasuk polinator. Sedangkan pada musim buah ditemukan 682 individu, dari 8 famili, 3 ordo. Dari sebanyak 682 individu, ditemukan 161 individu Arthropoda polinator dari 9 famili, 3 ordo (Lampiran 1, Lampiran 2). Tanaman apel bagi Arthropoda mampu menyediakan habitat yang luas dan bervariasi, mulai dari bunga, daun, batang hingga akar (Speight et al,. 1999 dalam Yanuwiadi et al., 2008). Pada musim buah ditemukan Arthropoda polinator dengan persentase kelimpahan 24% pada bejana biru dan 23% di bejana kuning. Hal ini karena beberapa jenis individu polinator tidak hanya mengonsumsi polen dan nektar bunga saja, melainkan juga dari ekstra floral atau nektar yang berasal dari bagian selain bunga. Karena tumbuhan tidak saja mampu memproduksi nektar dari bunga, melainkan dari bagian seperti kuncup daun, ujung batang (Frei, 1992).

Keberadaan Arthropoda pada suatu lingkungan sangat berperan penting, seperti membantu penyerbukan pada bunga. Hubungan timbal balik antara Arthropoda dengan tumbuhan pada dasarnya meliputi aspek makanan, perlindungan dan pengangkutan. Perbedaan dan persamaan dari kunjungan serangga pada tanaman bunga dapat disebabkan adanya perbedaan dan atau persamaan dari senyawa yang dikeluarkan tumbuhan untuk menarik serangga tertentu, kondisi habitat, ketersediaan bahan makanan, bentuk dan warna bunga

(Apituley, 2012). Hampir semua tanaman berbunga adalah penghasil nektar. Nektar pada umumnya dihasilkan oleh bunga tanaman pangan, tanaman kehutanan, tanaman perkebunan, tanaman hortikultura (buah dan sayuran), tanaman hias, rumput dan semak belukar. Secara umum ada dua macam nektar, yaitu nektar floral dan nektar ekstra floral. Nektar floral adalah nektar yang dihasilkan dari dalam atau dekat bunga tanaman. Nektar ekstra floral dihasilkan oleh bagian tanaman selain bunga, seperti dari kuncup daun, ujung batang (Krebs, 2001).

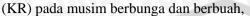
Famili Arhtropoda kanopi berpotensi sebagai polinator yang mendominasi dari kedua musim adalah Formicidae. Beberapa golongan famili yang termasuk Arthropoda polinator yang ditemukan pada perkebunan apel yaitu Vespidae, Sarcophagidae, Apidae, Drosophilidae, Formicidae, Calliphoridae, Pieridae, Noctuidae, Syrphidae, Muscidae, Pyralidae. Famili Arthropoda yang hanya ditemukan di musim berbunga dan tidak terdapat pada musim berbuah adalah famili Muscidae, Pieridae dan Calliphoridae. Sedangkan famili Arthropoda polinator yang hanya ditemukan pada musim buah dan tidak ditemukan dimusim bunga adalah famili Pyralidae. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpahan dari populasi Arthropoda polinator di suatu habitat, dikarenakan adanya keanekaragaman serta kelimpahan sumber pakan maupun sumber daya lain yang tersedia di dalam habitat tersebut (Seragih, 2008). Sumber pakan seperti nektar dan serbuk sari merupakan makanan bagi Arthropoda polinator seperti pada famili Apidae, Syrphidae. Nektar pada bunga apel merupakan sumber gizi yang baik bagi Arthropoda dalam mempertahankan hidup dan berkembang biak. Selain nektar, spesies lebah juga memerlukan polen dan air untuk kelangsungan hidup anggota koloni. Keberadaan bunga pada tanaman apel, mampu menarik kunjungan Arthropoda polinator untuk berkunjung, karena pada bunga apel terdapat faktor penarik karena bentuk bunga, warna bunga, serbuksari dan nektar yang disebut sabagai faktor penarik primer, serta aroma yang dinamakan sebagai faktor penarik sekunder, selain itu juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor abiotik lingkungan dapat mempengaruhi kunjungan Arthropoda pada tanaman apel seperti kelembaban huian. udara. curah penvinaran. serta suhu (Schoonhoven et al, 1998). Faktor lain yang mempengaruhi

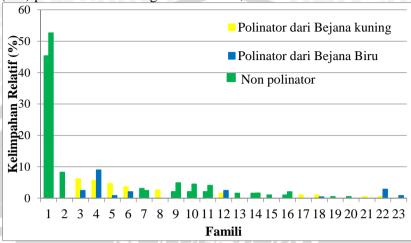
kelimpahan famili Arthropoda polinator adalah keberadaan Arthropoda predator seperti dari famili Thomisidae, Scarabaeidae, Carabidae, Coccinellidae (**Lampiran 2**).

Ciri-ciri dari Arthropoda yang tergolong sebagai polinator adalah mempunyai corbicula (pollen basket) pada kedua tungkai belakang, seperti pada family Apidae (Ruppert, 1992). Corbicula pada lebah madu dapat membawa serbuksari sebanyak 10-20 mg. Ciri lain serangga penyerbuk adalah mempunyai rambut-rambut diseluruh tubuhnya yang berfungsi membawa serbuksari dari anther ke stigma bunga, seperti pada lebah (Schonhoven et al, 1998). Rambut-rambut abdomen pada lebah sosial berfungsi untuk membawa serbuksari sampai ke sarang. Tungkai pada famili Chrysididae Pompilidae Tiphiidae. Vespidae. dan (Ordo Hymenoptera) ditemukan serbuksari setelah mengunjungi bunga. Serangga-serangga polinator yang umum pada tanaman pertanian, diantaranya Ordo Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, dan Thysanoptera (Schoonhoven et al, 1998). Pada saat polinator memperoleh banyak manfaat dari kontaknya dengan bunga, seperti berupa makanan, tempat berlindung dan membangun sarang atau tempat melakukan perkawinan, maka kontak tersebut dapat menjadi bagian yang tetap dalam hidupnya sehingga akan terbentuk interaksi yang konstan dengan tumbuhan tersebut (Kartikawati, 2008).

Perbedaan kelimpahan Arthropoda polinator pada musim bunga dan buah dapat terjadi karena Arthropoda mempunyai mekanisme secara fisiologis untuk mengukur waktu aktivitas yang dinamakan biologis. Jam biologis dengan jam dapat dikaitkan dengan periodisitas yang berhubungan dengan bulan dan daur musim. Menurut teori yang dijelaskan oleh Seragih (2008) dalam Eka (2006), terdapat dua hipotesa, yaitu (1) hipotesa waktu endogen, artinya waktu atau aktivitas harian dari serangga telah terprogram oleh tubuh organisme dan dapat mengukur tanpa adanya petunjuk dari lingkungan. (2) Hipotesa waktu eksternal, yakni dimana jam biologi atau aktivitas harian dalam tubuh organisme yang bekerjanya diatur oleh tanda-tanda dari lingkungan. Keberadaan Arthropoda baik musuh alami, hama dan polinator, diduga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dan tempat tinggal alternatif berupa tumbuhan berada sekitar penutup tanah vang di perkebunan apel (Purwatiningsih, 2012).

Berikut ini merupakan tabel nilai perhitungan Kelimpahan Relatif





#### Keterangan:

4	$\sim$ .			
	Cecio	domviidae		

- 2. Aphididae
- 3. Vespidae\*
- 4. Formicidae\*
- 5. Muscidae\*
- Sarcophagidae\* 6.
- 7. Entomobryidae
- Colletidae\* 8.

(\*) polinator

9. Agromyzidae

10. Culicidae

11. Delphacidae

12. Syrphidae\*

13. Tephritidae

14. Thripidae 15. Anthomyzidae

16. Lygaeidae

17. Calliphoridae\*

18. Noctuidae\*

19. Simuliidae

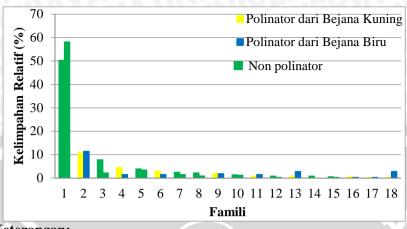
20. Thomisidae

21. Apidae\*

22. Pieridae\*

23. Drosophilidae\*

Gambar 4.4 Nilai Kelimpahan Relatif (KR) pada Bejana Kuning dan Biru Musim Berbunga.



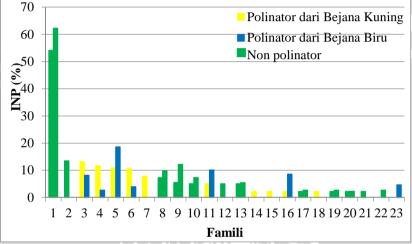
#### **Keterangan:**

- 1. Cecidomyiidae
- 2. Formicidae\*
- 3 Scarabaeidae
- 4. Colletidae\*
- Culicidae
- 6. Vespidae\* (\*) Polinator

- 7. Delphacidae
- Thripidae 8.
- Syrphidae\* 9.
- 10. Lygaeidae
- 11. Pvralidae\* 12. Carabidae
- 13. Noctuidae\*
- 14. Thomisidae
- 15. Aphididae
- 16. Sarcophagidae\*
- 17. Apidae\*
- 18. Drosophilidae\*

#### Gambar 4.5 Nilai Kelimpahan Relatif (KR) Musim Berbuah pada Bejana Kuning dan Biru.

Famili Arhthropoda polinator yang ditemukan pada jebakan kuning dan biru di kedua musim secara keseluruhan adalah famili Formicidae, Vespidae, Syrphidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Drosophilidae, Pieridae, Muscidae, Colletidae dan Pyralidae. Berdasarkan tampilan grafik kelimpahan relatif dimusim bunga (Gambar 4.3), famili yang mendominasi pada bejana kuning adalah famili Vespidae dari ordo Hymenoptera dengan nilai KR 6.1%, dan INP 2.4% pada bejana biru. Kelimpahan yang tinggi famili Vespidae pada perkebunan apel dimusim berbunga bejana kuning, dapat terjadi karena Arthropoda memiliki respon pada rangsangan, seperti indera penglihatan, penciuman untuk mencari sumber pakan yaitu bunga. Famili Arthropoda polinator yang mendominasi di musim berbuah (Gambar 4.4) adalah Formicidae dari ordo Hymenoptera dengan kelimpahan sebesar 10.8% pada bejana kuning dan 11.4% bejana biru (Lampiran 2). Arthropoda memiliki ketertarikan terhadap warna khususnya warna bunga, karena merupakan tanggapan dari stimulasi indera penglihatan di suatu habitat untuk mencari makan atau sebagai tempat dimana predator akan mendapatkan mangsa ditempat tersebut (Bugguide, 2012). serangga penverbuk Keanekaragaman pada suatu habitat berhubungan erat dengan sumber pakan (polen dan nektar) serta parameter lingkungan. Arthropoda polinator dalam aktivitasnya memiliki kemampuan sensorik yang terdiri atas kemampuan pada indera penerima rangsang seperti indera penglihatan, penciuman dan perasa. Berikut ini merupakan histogram nilai INP masing-masing bejana di musim berbunga dan berbuah,

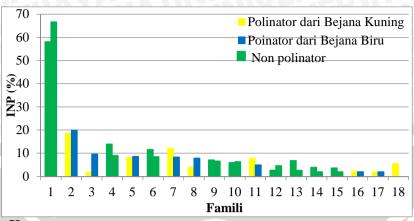


#### **Keterangan:**

- Cecidomyiidae 1.
- Aphididae 2.
- 3. Vespidae\*
- Muscidae\* 4. 5. Formicidae\*
- Sarcophagidae\* 6.
- Colletidae\* 7. Delphacidae 8.
- \*) polinator

- Culicidae
- 10. Braconidae
- 11. Syrphidae\*
- 12. Tephritidae
- 13. Thripidae
- 14. Apidae\*
- 15. Calliphoridae\*
- 16. Drosophilidae\*

- 17. Dryinidae
- 18. Noctuidae\*
- 19. Scarabaeidae
- 20. Tenthredinidae
- 21. Staphylinidae
- 22. Carabidae
- 23. Pieridae\*
- Gambar 4.6 Nilai Indeks Nilai Penting (INP) musim berbunga pada bejana kuning dan biru.



#### Keterangan:

- 1. Cecidomyiidae
- 2. Formicidae\*
- 3. Drosophilidae\*
- 4. Scarabaeidae
- 5. Syrphidae\*
- 6. Culicidae
- 10. Lygaeidae11. Vespidae\*
- 12. Simuliidae

7. Colletidae\*

8. Noctuidae\*

9. Delphacidae

- 13. Thripidae
- 14. Carabidae
- 15. Aphididae
- 16. Sarcophagidae\*
- 17. Apidae\*
- 18. Anthomyzidae

\*) polinator

Gambar 4.7 Nilai Indeks Nilai Penting (INP) pada bejana kuning dan biru musim berbuah.

Berdasarkan perhitungan indeks nilai penting pada musim berbunga (Gambar 4.5), Arthropoda polinator yang mendominasi dimusim bunga dari bejana kuning adalah famili Vespidae dari ordo Hymenoptera (13%), sedangkan pada bejana biru adalah famili Formicidae dari ordo Hymenoptera (18.3%). Famili Vespidae sangat berperan penting dalam penyerbukan bunga. Sedangkan pada musim buah (Gambar 4.6), menunjukkan bahwa Arthropoda polinator yang mendominasi adalah famili Formicidae dari ordo Hymenoptera, yaitu 18.5% pada bejana kuning dan 19.9% bejana biru. Dari tampilan histogram diatas, terlihat bahwa nilai INP Arthropoda kanopi polinator pada musim berbuah lebih besar dibanding pada musim bunga. Hal ini menandakan bahwa semakin besar peranan yang dimiliki oleh tumbuhan terhadap lingkungan disekitar, yaitu terhadap kelimpahan Arthropoda polinator. Pada musim berbuah, kelimpahan Arthropoda dapat berlimpah karena pada jenis Arthropoda tertentu

memakan polen dari selain yang dihasilkan bunga yaitu disebut ekstra floral. Selain faktor tersebut, keberadaan predator seperti dari ordo Arachnida dan Coleoptera yang cukup tinggi di musim buah, juga berpengaruh terhadap tingginya nilai INP polinator, dimana nilai INP predator Scarabaeidae cukup tinggi sebesar 8.9% bejana kuning, dan 13.9% bejana biru (**Lampiran 2**).

Pada musim berbunga, tanaman apel merupakan salah satu tumbuhan yang sangat bergantung proses penyerbukannya pada Arthropoda polinator. Asosiasi antara bunga dengan Arthropoda polinator merupakan salah satu contoh dari bentuk simbiosis mutualisme antar makhluk hidup. Lebih dari 80% spesies tumbuhan tergantung pada serangga untuk membawa serbuksari dari bunga satu ke bunga yang lain (Faheem dkk., 2004). Famili Arhthropoda kanopi polinator yang ditemukan pada jebakan kuning dan biru di kedua adalah Formicidae, Vespidae, Syrphidae, Muscidae, musim Sarcophagidae, Drosophilidae, Pieridae, Noctuidae, Muscidae. Colletidae dan Pyralidae.

Famili Arthropoda polinator yang mendominasi di kedua musim adalah Formicidae atau semut-semutan dari ordo Hymenoptera. Formicidae termasuk sebagai Arthropoda kanopi yang paling banyak ditemukan serta dapat membantu dalam proses penverbukan tanaman, misalnya pada tanaman apel. Nilai kelimpahan relatif bejana kuning dimusim bunga sebesar 5.6%, dan 8.9% bejana biru (Lampiran 2). Pada gabungan bejana kuning dan biru musim berbunga ditemukan sebanyak 33 individu dan 76 individu pada gabungan bejana kuning dan biru dimusim berbuah (Lampiran 1, Lampiran 2). Selain itu, nilai kelimpahan relatif pada bejana biru yang lebih besar dibanding bejana kuning dapat disebabkan oleh ketertarikan Formicidae pada rangsangan berupa warna bejana. Nilai perbedaan KR dan INP Formicidae dimusim berbuah yang lebih tinggi disebabkan oleh ketersediaan pakan, tempat berlindung maupun faktor lingkungan yang cukup mendukung bagi kehidupan Formicidae. Famili Formicidae memiliki persebaran habitat yang luas baik di pepohonan, tanah maupun bangunan. Habitat dari Formicidae adalah di tanah atau pada bagian pohon yang lapuk, serta memiliki persebaran yang luas (Bugguide, 2010). Secara morfologi famili Formicidae memiliki ciri antara lain antena vang beruas-ruas dan menyiku sebanyak 13 ruas. Bagian abdomen lebih panjang dibanding

bagian lain (Lilies, 1991). Keberadaan Formicidae pada tanaman apel dapat terjadi karena tanaman apel sebagai sarang ataupun tempat untuk mencari makan.

Famili Vespidae dari ordo Diptera berperan penting dalam penyerbukan tanaman bunga. Nilai kelimpahan relatif pada bejana kuning dan biru dimusim bunga berturut-turut sebesar 6.1% dan 2.4% (Lampiran 2). Sedangkan nilai kelimpahan relatif pada bejana kuning dan biru musim berbuah berturut-turut sebesar 3% dan 1.5% (Lampiran 2). Hal tersebut terjadi karena famili merupakan polinator yang efektif bagi bunga apel. Vespidae merupakan jenis serangga tabuhan yang dalam siklus hidupnya mampu berperan sebagai polinator dan predator. Famili Vespidae penverbuk vang penting merupakan serangga meningkatkan hasil buah (Ollerton & Liede, 1997). Jumlah famili Vespidae yang ditemukan dari gabungan bejana kuning dan biru pada musim berbunga, diperoleh 18 individu dan sebanyak 16 individu pada gabungan bejana kuning dan biru musim berbuah (Lampiran 1, Lampiran 2). Famili Vespidae yang dikenal dengan yellow jacket (warna tubuhnya kuning dan hitam) sebagian besar merupakan predator dan hanya beberapa spesies sebagai penyerbuk tanaman. Dimusim berbunga, jumlah sumber pakan yang tersedia di lingkungan cukup tinggi dan beragam. Sehingga jumlah kelimpahan famili Vespidae pada tanaman apel dimusim bunga juga lebih besar. Bagian tubuh Vespidae vaitu tungkai, dapat membawa serbuksari dari anther ke stigma bunga (Schoonhoven et al, 1998).

Famili Drosophilidae termasuk sebagai Arthropoda yang berpotensi sebagai polinator pada tanaman apel. Dari hasil perhitungan kelimpahan relatif pada bejana kuning dan biru musim berbunga berturut-turut diperoleh sebesar 0.5% dan 2.8%. Sedangkan nilai kelimpahan relatif pada bejana kuning musim berbuah diperoleh sebesar 0.2% dan 2.7% dibejana biru (**Lampiran 2**). Famili Drosophilidae dapat berperan sebagai serangga penyerbuk, karena Drosophilidae memakan suatu material yang mengandung gula seperti yang terdapat pada polen bunga. Drosophilidae termasuk polinator karena telah dibuktikan pada penelitian tanaman kopi (*C. arabica*) yang diberi perlakuan kurungan dan non kurungan, ternyata yang berperan aktif dalam meningkatkan pembentukan buah dan biji adalah dari famili Drosophilidae (Atmowidi *et al.*, 2007). Secara

umum Drosophilidae dewasa berukuran panjang 2.5-4 mm. Biasanya berwarna kuning kecoklatan (Borror *et al.*, 1992).

Famili Calliphoridae atau lalat hijau, dari ordo Diptera, merupakan salah satu spesies yang dapat berperan sebagai penyerbuk pada bunga apel. Calliphoridae hanya ditemukan pada bejana kuning musi berbung, dengan nilai kelimpahan relatif sebesar 0,5% (Lampiran 2). Ciri-ciri morfologi yang dimiliki oleh famili Calliphoridae antara lain mempunyai rambut-rambut duri notopleura sebanyak dua buah, arista biasanya plumosa dibelakang, tubuh berwarna metalik. Ukuran dari lalat hijau adalah seukuran dari lalat rumah atau sedikit lebih besar, dan berwarna biru atau hijau metalik. Calliphoridae berperan sebagai polinator sekaligus sebagai predator. Kebanyakan lalat hijau adalah pemakan zat-zat organik yang membusuk, larva hidup didalam bangkai hewan, ekskremen, dan material-material yang serupa. Lalat hijau meletakkan telur-telurnya pada tubuh-tubuh hewan yang mati, dan larva-larva tersebut memakan jaringan-jaringan hewan yang membusuk (Borror, et al. 1992). Lalat hijau memiliki warna tubuh hijau kebiruan metalik, mengkilat. Sayatan jernih dengan guratan urat-urat yang jelas, dengan seluruh tubuh tertutup dengan bulu-bulu keras dan jarang letaknya (Siwi, 2006). Mempunyai abdomen berwarna hijau metalik dengan mata bewarna jingga dan bagian mulutnya bewarna kuning. Panjang lalat kurang lebih 8 mm dari kepala sampai ujung abdomen. Pada saat lalat hijau mengunjungi suatu bunga, secara tidak sengaja serbuksari bunga menempel pada salah satu bagian tubuh lalat hijau, seperti pada tungkai kakinya atau pada bulu-bulu disekitar abdomen lalat.

Famili Apidae atau lebah madu, dari ordo Hymenoptera merupakan penyerbuk utama dan paling penting bagi bunga tanaman apel. Famili Apidae atau lebah merupakan serangga penyerbuk yang paling efektif. Pentingnya lebah sebagai penyerbuk tanaman telah dilaporkan sebelumnya yaiti oleh Abdurahman (2008) dalam penelitian serangga penyerbuk tanaman Caisin serta pengaruhnya dalam pembentukan biji. Lebah mampu mengumpulkan polen dan nektar dalam jumlah yang banyak untuk dikonsumsi bersama bagi koloninya. Famili Apidae mempunyai ukuran tubuh yang relative kecil, mempunyai *corbicula* (pollen basket) pada tungkai belakang yang berfungsi sebagai pembawa serbuksari dan material pembuat

sarang (Gulland & Cranston, 2005). Setiap koloni lebah mengonsumsi sekitar 20 kg serbuksari dan 60 kg nektar setiap tahunnya. Ditambahkan oleh Condit &Enderud (1956), bahwa famili serangga Apidae merupakan polinator yang berkoloni dan memiliki daya jelajah yang tinggi. Asosiasi antara tanaman berbunga dengan serangga polinator khususnya lebah, merupakan suatu contoh yang menarik dalam hubungan mutualisme antara tanaman dan hewan. Dimana serangga atau famili Apidae ini dapat membantu dalam proses penyerbukan bunga, dan tanaman menyediakan polen atau nektar sebagai sumber makanan bagi serangga tersebut (Eka, 2006). Lebah mampu membedakan empat jenis warna yaitu kuning, hijau, biru dan violet (Sihombing *dalam* Dian, 2006).

Famili berikutnya yang termasuk sebagai polinator bunga apel yaitu dari famili Sarcophagidae atau lalat daging dari ordo Diptera. Sarcophagidae termasuk famili polinator, karena telah dibuktikan pada penelitian Asbani & Winarno (2009), pada penyerbukan tanaman jarak pagar di Karangploso Malang serta dari penelitian sebelumnya oleh Atmowidi (2008) penyerbukan tanaman Caisin dalam pembentukan biji. Famili yang berperan dalam penyerbukan adalah dari Drosophilidae, Sarcophagidae, Syrphidae, Muscidae. Sarcophagidae berkunjung pada tanaman apel dapat berperan sebagai polinator maupun hama. Secara umum, ciri-ciri tubuh yang dimiliki oleh lalat daging ini hampir mirip dengan famili Calliphoridae. Akan tetapi, tubuh lalat daging berwarna kehitam-hitaman, tidak berwarna metalik seperti lalat hijau. Terdapat garis-garis yang berwarna kelabu di bagian toraknya. Biasanya mempunyai empat rambut-rambut bulu notopleura. Sarcophagidae dewasa memakan nektar bunga, sehingga keberadaan serangga ini sebagai polinator juga sangat utama. makanan yang biasanya dimakan Beberapa familili oleh Sarcophagidae adalah berbagai material yang mengandung gula seperti nektar, bakal madu, cairan tumbuhan, cairan buah dan embun madu.

Famili Noctuidae dari ordo Lepidoptera, juga dapat tergolong sebagai penyerbuk pada bunga apel. Akan tetapi, kelimpahan di musim buah jauh lebih besar bila dibandingkan dengan dimusim bunga. Noctuidae termasuk sebagai polinator, hal ini telah dibuktikan pada penelitian Rianti (2009) tentang tanaman jarak pagar (*J. curcas*) yang didominasi oleh ordo Hymenoptera, Diptera dan Lepidoptera.

Famili Noctuidae merupakan famili terbesar dari ordo Lepidoptera. Noctuidae atau golongan ngengat-ngengat merupakan serangga yang aktif dimalam hari (nokturnal). Ciri tubuh dari Noctuidae, kebanyakan bertubuh berat dengan sayap-sayap depan agak menyempit dan sayap belakang melebar. Bagian palpus labialis biasanya panjang, sungut-sungut biasanya seperti rambut (untuk jantan seperti sikat), dan pada beberapa jenis terdapat sisik-sisik pada bagian dorsum toraks (Dian, 2006). Lepidoptera biasanya mengumpulkan nektar dan mengangkut serbuksari dari satu bunga ke bunga yang lain sehingga terjadi penyerbukan (Gulland & Cranston, 2000).

Famili Pieridae dari ordo Lepidoptera, merupakan golongan Arthropoda polinator. Pieridae hanya ditemukan pada bejana kuning musim berbunga, dengan nilai kelimpahan relatif sebesar 0.5% (Lampiran 2). Famili Pieridae merupakan famili polinator, dan hal ini dibuktikan dari penelitian Naim (2009) tentang tanaman jeruk organik dan anorganik di Batu, didominasi oleh ordo Hymenoptera, Diptera dan Lepidoptera. Kupu-kupu ini memiliki ukuran tubuh kecil atau sedang, panjang sayap lebih dari 22 mm, umumnya berwarna kuning atau putih pada bagian atas. Famili Pieridae merupakan salah satu kelompok famili terbesar setelah famili Hesperiidae (superfamili Hesperioidea) yang memiliki sekitar 3.500 spesies. Famili Pieridae mempunyai 83 genus dan sebagian besar ditemukan dari daerah tropis Afrika dan Asia. Pigmen yang menyebabkan warna terang dan menjadi karakteristik untuk famili ini berasal dari hasil metabolisme dalam tubuh (Dennies, 1994). Larva dari Pieridae merupakan hama bagi tanaman budidaya. Pada saat imago, famili Pieridae merupakan serangga yang penting dalam penyerbukan bunga tumbuhan berbiji. Imago Pieridae biasanya mengumpulkan nektar dan mengangkut serbuksari dari satu bunga ke bunga yang lain sehingga terjadi penyerbukan.

Famili Muscidae dari ordo Diptera, spesies yang sitemukan dalam jebakan ini adalah lalat rumah atau *Musca domestica*. Muscidae termasuk famili polinator, karena telah dibuktikan pada penelitian Chasanah (2010) bahwa lalat *Musca domestica* (famili Muscidae) mengambil nektar sebagai sumber pakannya pada tanaman kacang-kacangan. Famili Muscidae hanya ditemukan pada musim berbunga bejana kuning dengan nilai KR dan INP berturut-

turut sebesar 4.1% dan 11%, sedangkan pada bejana biru nilai KR dan INP berturut-turut sebesar 0.8% dan 2.7% (Lampiran 2). Muscidae mempunyai ciri-ciri antara lain tubuh berwarna kelabu hitam, ukuran 6-7 mm, pada punggung terdapat empat garis longitudional berwarna hitam. Permukaan scutellum biasanya tanpa rambut-rambut lurus, umumnya mempunyai lebih dari satu rambut sternopleural, dapat ditemukan disemua tempat. Lalat tertarik pada cahaya terang seperti warna putih dan kuning. Selain itu lalat juga tertarik pada bau atau aroma tertentu, termasuk bau busuk dan esen buah. Bau sangat berpengaruh pada alat indra penciuman, karena bau merupakan stimulus utama yang menuntun serangga dalam mencari makanannya, terutama bau yang menyengat. Organ kemoreseptor pada lalat terletak pada antena, sehingga serangga dapat menemukan arah datangnya bau. Dengan adanya bulu-bulu yang terdapat pada permukaan tubuh Muscidae, maka tepung sari secara tidak segaja menempel pada bulu-bulu tersebut atau pada tungkai Muscidae pada saat berkunjung pada bunga tanaman apel. Sehingga pada saat Muscidae berpindah ke tanaman lain, secara tidak langsung membantu proses penyerbukan silang bunga.

Famili Pyralidae dari ordo Lepidoptera. Famili Pyralidae merupakan polinator, karena dibuktikan dari penelitian Atmowidi et al. (2007), tentang penyerbukan tanaman jarak pagar di Indramayu, Jawa barat, serangga yang mengunjungi tanaman jarak pagar yang mendominasi adalah Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera dan Thysanoptera. Pyralidae hanya ditemukan pada musim berbuah pada tanaman apel, dengan nilai perhitungan KR dan INP musim berbuah bejana kuning berturut-turut sebesar 0.7% dan 2.2%. sedangkan di musim berbunga tidak ditemukan spesies ini. Ciri-ciri tubuh yang dimiliki famili Pyralidae biasanya mempunyai ukuran tubuh kecil, lembut. Sayap depan sempit, memanjang berbentuk segitiga, sayap belakang lebar dan bulat. Kenampakan bervariasi, dan pada umumnya berwarna coklat tua atau buram. Palpus labialis biasanya mencuat kedepan. Selain itu, Pyralidae merupakan serangga yang aktif di malam hari (nokturnal). Daya sensitif Arthropoda terhadap semua panjang gelombang tidak sama, lebih jauh lagi sensivitas bervariasi jika berada dalam kondisi yang berbeda-beda, beberapa spesies bisa membedakan warna-warna yang berbeda-beda dan beberapa bisa menangkap getaran-getaran cahaya yang dipolarisasi (Mas'ud, 2002).

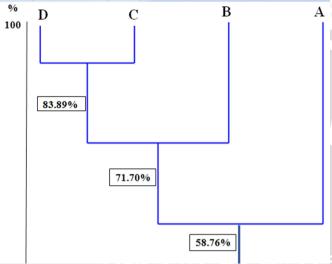
Famili Syrphidae dari ordo Diptera merupakan polinator yang paling mutlak dari tanaman bunga apel. Golongan Syrphidae memerlukan polen dari bunga apel sebagai sumber protein untuk pemasakan telur. Famili Syrphidae atau lalat bunga dari ordo Diptera. Kelimpahan yang terjadi di musim berbunga pada gabungan bejana kuning-biru dapat disebabkan oleh faktor abiotik lingkungan seperti suhu, kelembaban atau intensitas cahaya yang dapat mendukung bagi kehidupan Syrphidae. Syrphidae merupakan serangga yang sangat penting dalam penyerbukan tanaman apel, seperti penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Apituley (2012) dan Abdurahman (2008). Syrphidae juga termasuk dalam serangga predator baik ketika dalam bentuk larva maupun dewasa. Populasinya dapat meningkat musim pertumbuhan. Famili Syrphidae sering ditemukan di sekitar bunga, berpupa pada tanaman dan sering ditemukan bersama-sama dengan beberapa lebah atau tabuhan (Subvanto, 1991). Syrphidae memiliki ciri-ciri morfologi seperti warna dan kenampakannya yang bervariasi, beberapa berwarna cerah, kuning, coklat dan hitam; memiliki tursi dengan 2 telapak kaki. Lalat bunga ini mirip dengan lebah madu (Siwi, 2006).

Hubungan mutualisme antara serangga dan tumbuhan merupakan hasil evolusi yang telah terjadi jutaan tahun yang lalu. Pada awalnya, serangga hanya memanfaatkan tumbuhan sebagai sumber makanan, yaitu nektar. Serangga mengangkut serbuksari dari bunga yang satu ke bunga yang lain, sehingga terjadi penyerbukan. Selanjutnya, hubungan tersebut dimanfaatkan oleh tumbuhan pada subdivisi Angiospermae, misalnya tanaman apel untuk membantu proses Perjalanan serangga mencari pakan membantu pembuahan. penyerbukan pada bunga, karena tanpa sengaja membawa serbuksari yang melekat pada tubuhnya akan jatuh ke kepala putik bunga lain. Kurang lebih 2/3 tumbuhan berbunga diserbuki oleh serangga. Penyerbukan dengan bantuan serangga hasilnya akan lebih baik, yaitu produksi buah akan meningkat (Tropika, 2007). Didalam bunga, terdapat serbuksari yang mengandung 15-30% protein, nectar yang mengandung 50% gula dan 5% material lainnya. Nektar dan serbuksari merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya hubungan mutualisme antara tumbuhan berbunga dengan serangga penyerbuk (Schoonhoven, 1998). Pada saat polinator memperoleh banyak manfaat dari kontaknya dengan bunga, yang dapat berupa makanan, tempat berlindung dan membangun sarang atau tempat melakukan perkawinan maka kontak tersebut dapat menjadi bagian yang tetap antara polinator dengan tanaman berbunga. Kehadiran serangga polinator pada tanaman apel dapat membantu proses penyerbukan silang yang dapat meningkatkan hasil buah dan biji.

# 4.2 Komposisi dan Struktur Komunitas Arthropoda Kanopi yang Berpotensi sebagai Polinator pada Tanaman Apel

Komposisi Arthropoda kanopi yang diperoleh dari hasil koleksi Arthropoda pada perkebunan apel di musim berbunga dan berbuah, terlihat memiliki hasil yang berbeda. Jumlah keseluruhan famili Arthropoda yang berpotensi polinator bunga apel di pertanian apel dalam 80 jebakan terdiri dari 3 ordo, 12 famili dan 262 individu polinator. Pada fase berbunga dan fase berbuah didapatkan hasil yang berbeda. Secara keseluruhan terdapat 30 famili yang ditemukan pada fase berbunga, sedangkan pada fase berbuah ditemukan dengan jumlah famili yang lebih sedikit yakni sebesar 27 famili. Pada musim berbunga, dari keseluruhan jumlah individu, ditemukan 111 individu yang termasuk famili polinator, dari 3 ordo, dan 11 famili. Sedangkan dimusim berbuah, ditemukan 161 individu yang termasuk polinator, dari 3 ordo dan 9 famili. Famili polinator yang hanya ditemukan dimusim bunga yaitu Muscidae, Calliphoridae, Pieridae. Sedangkan famili polinator yang hanya ditemukan dimusim berbuah adalah Pyralidae.

Berikut ini merupakan dendogram tingkat kesamaan komposisi Arthopoda kanopi pada dua musim dan dua bejana,



Keterangan:

A : Musim berbunga bejana kuningB : Musim berbunga bejana biruC : Musim berbuah bejana kuning

**D**: Musim berbuah bejana biru

Gambar 4.8 Dendogram tingkat kesamaan komposisi Arthropoda kanopi berdasarkan indeks kesamaan Bray-Curtis (%) di kebun apel.

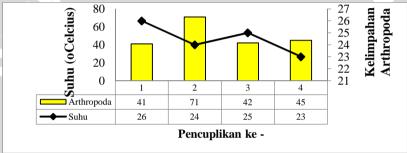
Tingkat kesamaan komposisi Arthropoda kanopi dihitung pada masing-masing musim dengan dua warna jebakan yang berbeda. Tingkat kesamaan komposisi Arthropoda pada musim berbuah antara bejana kuning dan biru hampir sama, dengan nilai indeks kesamaan sebesar 83.89% (Gambar 4.8, Lampiran 3). Jufri dkk. (2005) dalam Suwena (2007) menyatakan bahwa perhitungan indeks kesamaan bertujuan untuk membandingkan komposisi dan variasi nilai kuantitatif jenis pada suatu lokasi. Sehingga dari nilai tersebut, akan mengindikasikan bahwa nilai indeks kesamaan yang tinggi menunjukkan kemiripan komposisi dan nilai kuantitas jenis yang sama, demikian sebaliknya.

Arthropoda memiliki ketertarikan terhadap warna khususnya warna bunga, karena merupakan tanggapan dari stimulasi indera penglihatan untuk mencari makan atau sebagai salah satu cara bagi predator akan mendapatkan mangsa dilingkungan tersebut (Bugguide, 2012). Penggunaan warna bejana biru dan kuning sebagai jebakan terdapat tingkat kesamaan komposisi yang berbeda antara keduanya. Komposisi serangga polinator pada lahan apel di musim berbunga yang tidak ditemukan pada lahan apel di musim berbuah, dan begitupun sebaliknya, dapat terjadi karena adanya penggunaan pestisida kimia dalam mengatasi hama tanaman apel, ketersediaan pakan. Hal ini mengakibatkan lahan tidak lagi dapat digunakan oleh Arthropoda sebagai tempat berlindung dan mencari makan, sehingga dapat menyebabkan komposisi Arthropoda kanopi berkurang. Tumbuhan memiliki peran yang penting bagi serangga sebagai produsen ekosistem yang menjadi sumber energi dalam suatu daur kehidupan (Elenberg, 1988:1 dalam Maisyaroh, 2005:1).

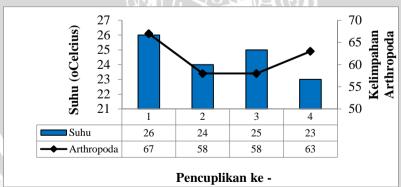
Berdasarkan perhitungan dengan uji t tidak berpasangan, pengujian homogenitas varians pada bejana kuning dan biru dari musim berbunga maupun berbuah, dengan Levene's Test diperoleh nilai sig F sebesar 0.2 (>0.05), maka varians pada dua set data tersebut homogen. Selanjutnya pada hasil uji t equal variances assumed dengan nilai p-value sebesar 0.009 pada musim berbunga gabungan bejana kuning dan biru dan 0.02 pada musim berbuah gabungan bejana kuning dan biru (**Lampiran 5**), karena nilai *p-value* <0.05, artinya terdapat perbedaan kelimpahan Arthropoda pada berbunga dan berbuah. Selain itu, data kelimpahan Arthropoda kanopi musim berbunga memiliki rata-rata 1.09 dengan simpangan baku 10.04, sedangkan pada musim berbuah memiliki rata-rata 1.70 lebih tinggi dibanding musim berbunga, dengan simpangan baku 30.57. Hal ini menunjukkan bahwa data yang didapatkan dari gabungan bejana kuning dan biru kebun apel musim berbunga lebih stabil daripada gabungan bejana kuning dan biru dimusim berbuah (Lampiran 5).

# 4.3 Hubungan Faktor Abiotik Lingkungan dengan Kelimpahan dan Keanekaragaman Arthropoda Kanopi yang Berpotensi sebagai Polinator

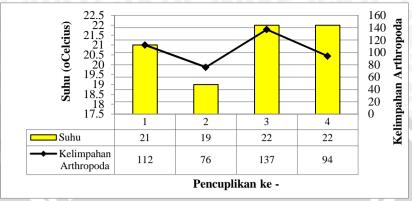
Faktor lingkungan yang diamati pada penelitian ini adalah suhu (°C), kelembaban udara (%), dan intensitas cahaya (kLux). Kelimpahan Arthropoda dalam suatu lingkungan, selain dipengaruhi oleh ketersediaan makanan juga dipengaruhi oleh faktor abiotik. Berikut ini merupakan diagram hubungan antara rata-rata data abiotik dengan kelimpahan Arthropoda pada masing-masing bejana di musim berbunga dan berbuah,



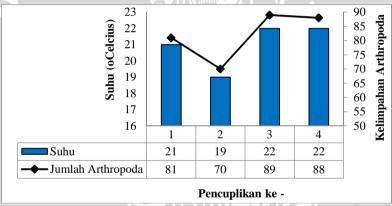
Gambar 4.9 Perbandingan rata-rata suhu udara (°Celcius) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning musim bebunga.



Gambar 4.10 Hubungan rata-rata suhu udara (°Celcius) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru musim bebunga.



Gambar 4.11 Perbandingan rata-rata suhu udara (°Celcius) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning musim berbuah

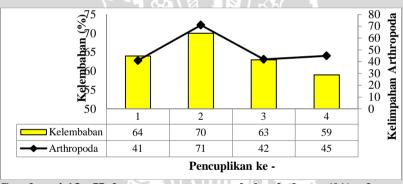


Gambar 4. 12 Hubungan rata-rata suhu udara (°Celcius) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel musim berbuah bejana biru.

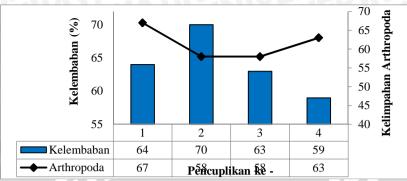
Faktor abiotik sangat berpengaruh terhadap kelimpahan Arthropoda. Pada tampilan grafik (**Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10**) hubungan rataan suhu dengan kelimpahan Arthropoda menunjukkan bahwa, suhu pada bejana kuning dan biru dimusim berbunga cenderung lebih tinggi bila dibandingkan pada bejana kuning-biru di musim berbuah (**Gambar 4.11** dan **Gambar 4.12**). Tingginya rataan suhu di musim berbunga disebabkan karena pencuplikan Arthropoda

dilakukan pada musim kemarau yakni pada bulan Juni hingga Juli 2012. Suhu yang tinggi pada suatu lingkungan, mempengaruhi kelimpahan Arthropoda disuatu ekosistem. Arthropoda disuatu ekosistem memiliki kisaran suhu optimum untuk mampu bertahan hidup, sehingga jika sedikit di luar kisaran suhu tersebut, maka akan terjadi penurunan populasi.

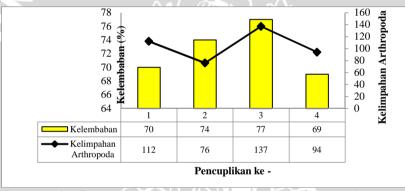
Berdasarkan data yang diperoleh, suhu rata-rata pada musim bunga sebesar 25.5°C dan dimusim buah 22°C (**Lampiran 6**). Pada temperatur 20°C, biasanya lebah (Apidae) mulai aktif dalam usahanya memperoleh nektar dan tepungsari, namun waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan tersebut relatif pendek. Suhu lingkungan yang paling cocok untuk lebah (Apidae) adalah sekitar 30°C. Murtidjo (2002) menjelaskan bahwa pada temperatur 30°C, Apidae sangat aktif mencari nektar dan tepungsari. Menurut Ruppert (1992), aktivitas serangga akan lebih cepat dan efisien pada suhu yang tinggi, tetapi akan mengurangi lama hidup serangga.



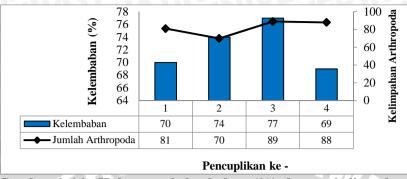
Gambar 4.13 Hubungan rata-rata kelembaban (%) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel musim berbunga bejana kuning



Gambar 4. 14 Hubungan kelembaban (%) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru musim berbunga

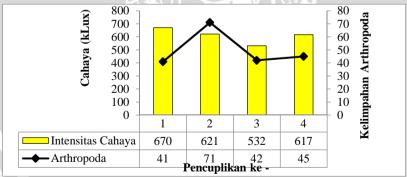


Gambar 4. 15 Hubungan kelembaban (%) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning musim berbuah.

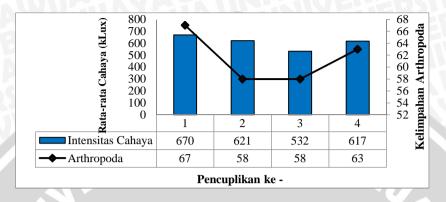


Gambar 4.16 Hubungan kelembaban (%) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru musim berbuah.

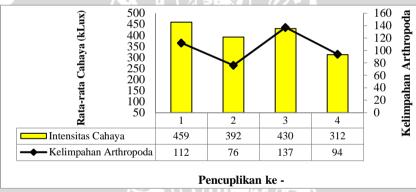
Kelembaban rata-rata pada gabungan bejana kuning dan biru di musim berbunga lebih rendah (Gambar 13, Gambar 14) bila dibandingkan pada gabungan bejana kuning dan biru musim berbuah (Gambar 4.15, Gambar 4.16, Lampiran 6). Faktor lingkungan berperan sangat penting dalam mempengaruhi struktur dan komposisi komunitas Arthropoda. Faktor biotik dan abiotik bekerja bersamaan dalam suatu ekosistem, menentukan diversitas, kelimpahan, dan komposisi Arthropoda (Odum, 1993). Salah satu faktor abiotik lingkungan sangat mempengaruhi keberadaan Arthropoda pada lahan pertanian apel yaitu kelembaban udara yang tinggi.



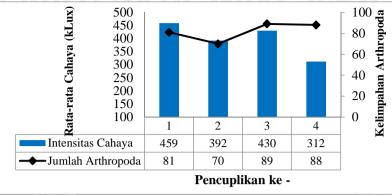
Gambar 4. 17 Hubungan Intensitas cahaya (kLux) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning musim berbunga.



Gambar 4. 18 Hubungan Intensitas cahaya (kLux) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru musim berbunga.



Gambar 4. 19 Hubungan Intensitas cahaya (kLux) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana kuning musim berbuah.



Gambar 4. 20 Hubungan Intensitas cahaya (kLux) dengan kelimpahan Arthropoda di lahan apel bejana biru musim berbuah.

Faktor lingkungan (suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya) sangat mempengaruhi dengan kelimpahan Arthropoda. Rata-rata intensitas cahaya pada bejana kuning dan biru musim berbunga lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata intensitas cahaya bejana kuning dan biru musim berbuah (Lampiran 6). Hubungan antara faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap kelimpahan dan diversitas Arthropoda kanopi pada tanaman apel. Rata-rata suhu dan intensitas cahaya pada lahan apel gabungan bejana kuning-biru dimusim berbunga lebih tinggi daripada di musim buah (Lampiran 6). Akan tetapi, nilai rata-rata kelembaban udara gabungan bejana kuning-biru pada musim berbuah menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding musim bunga (Lampiran 6). Suhu merupakan faktor abiotik yang sangat menentukan terhadap keanekaragaman dan kelimpahan Arhtropoda kanopi di lahan apel. Semakin tinggi suhu dan intensitas cahaya di suatu lingkungan, maka akan berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragaman Arthropoda kanopi. Cahaya merupakan faktor ekologi yang besar pengaruhnya terhadap serangga seperti lamanya hidup, cara bertelur, berubah arah terbang, karena banyak beberapa jenis serangga yang mempunyai reaksi positif terhadap cahaya (Natawigena, 1990). Kondisi lahan apel di musim buah, pada saat pencuplikan dilakukan di bulan Desember-Januari, sehingga bisa dikatakan pada kondisi musim hujan sehingga menyebabkan kelembaban udara tinggi.

Kelembaban udara terhadan sangat berpengaruh perkembangan, pembiakan, dan keaktifan pertumbuhan, Arhthropoda. Kebutuhan serangga akan air sangat dipengaruhi dan berhubungan erat dengan keadaan lingkungan hidupnya terutama kelembaban dan ketersediaan air. Pada umumnya serangga sangat tertarik dengan cahaya, dan untuk kebutuhan hidupnya memerlukan energi yang bersumber dari cahaya matahari atau bulan. Penyesuaian serangga terhadap kondisi cahaya selain dalam bentuk kebiasaan atau karakteristik hidup, juga dalam hal fisiologis, anatomis, morfologis, indera penglihatan dan warna tubuh. Fluktuasi intensitas cahaya dan kualitas cahaya harian dapat berpengaruh pada suhu, kelembaban, makanan dan sebagainya (Mudjiono, 1998).

Pada daerah tropis, tingkat kelembaban merupakan faktor pembatas, sedangkan suhu bukanlah faktor pembatas perkembangan serangga. Suhu dan kelembaban memengaruhi frekuensi kedatangan serangga pada fase perbungaan (Real, 1983). Jumar (2000) menjelaskan bahwa, serangga memiliki kisaran suhu minimum 15°C, optimum 25°C dan maksimum 45°C. Kelembaban udara akan berpengaruh terhadap distribusi, kegiatan dan perkembangan serangga. Kelembaban yang sesuai akan membantu Arthropoda dalam mengahadapi kondisi suhu yang ekstrem. Berikut ini merupakan hasil uji korelasi *Pearson* antara kelimpahan dengan faktor lingkungan,

Tabel 4.2 Hasil Uji Hubungan Kelimpahan Arthropoda dengan Faktor Lingkungan dengan Uji Korelasi *Pearson*.

Kelimpahan Arthropoda	suhu	Cahaya	Kelembaban
Musim bunga bejana dan biru	167	.356	975*
Musim buah bejana kuningdan biru	896	.982	981*

Berdasarkan tabel uji korelasi *Pearson*, hubungan faktor kelembaban berkorelasi negatif dengan kelimpahan Arthropoda kanopi di musim bunga dan buah, dengan koefisien korelasi berturutturut -0.975 dan -0.981. Artinya, semakin tinggi kelembaban, maka kelimpahan Arhtropoda kanopi semakin rendah. Sementara itu hubungan antara suhu dan intensitas cahaya pada musim bunga

maupun musim buah tidak berkorelasi dengan kelimpahan Arthropoda kanopi. Adaptasi suatu spesies terhadap suhu mempengaruhi sebaran geografik spesies tersebut. Pada kisaran suhu optimum kecepatan berkembang meningkat, namun pada suhu tinggi atau rendah kecepatan berkembang menurun. Respon serangga terhadap radiasi berkisar antara 360 mµ – 760 mµ (Murtidjo, 2002).

Komponen hidup Arthropoda di suatu lingkungan terdiri atas empat komponen yaitu cuaca, makanan, organisme dan spesies lain termasuk predator dan parasit, serta tempat hidup spesies tersebut. Kehidupan serangga sebagai hewan berdarah dingin (poikilotermal) akan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca pada habitatnya. Pengaruh suhu udara terhadap keberadaan serangga antara lain mengendalikan perkembangan, kelangsungan hidup dan penyebaran serangga. Suhu dinyatakan dalam derajat panas, sumber pada permukaan tanah berasal dari radiasi matahari. Tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari berbanding lurus dengan tinggi rendahnya suhu udara. Tinggi rendahnya suhu tubuh serangga menyesuaikan suhu udara lingkungannya (hyphothermal). Panjang dan pendeknya periodesitas radiasi matahari akan berpengaruh pada suhu udara dan kelembaban udara. Serangga membutuhkan kisaran suhu dan kelembaban optimum untuk perkembangan dan persebarannya. Apabila sedikit di luar kisaran suhu optimum, maka akan terjadi penurunan populasi yang sangat besar. Selain itu, jika kadar air meningkat, kondisi lingkungan semakin mendukung untuk kehidupan serangga, sehingga ketahanan hidupnya pun meningkat.

#### BAB V PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Jumlah keseluruhan Arthropoda kanopi yang ditemukan di lahan pertanian apel pada musim bunga dan buah dalam 80 jebakan sebanyak 1121 individu, dari 9 ordo, 33 famili. Indeks diversitas Arthropoda kanopi pada bejana kuning lebih besar (H'=3.2) dibanding vang lain, vaitu pada bejana biru musim bunga (H'=2.8), bejana kuning musim buah (H'=2.8), dan bejana biru musim buah (H'=2.5). Persentase kelimpahan polinator bejana kuning musim berbunga (26%) dan (20%) bejana biru. Sedangkan pada bejana kuning musim berbuah (23%) dan (24%) dibejana biru. Sebanyak 439 individu Arthropoda dimusim bunga, terdapat 111 individu polinator, dari 11 famili, 3 ordo. Sedangkan pada musim buah ditemukan 682 individu, dari 8 famili, 3 ordo. Dari sebanyak 682 individu, ditemukan 161 individu Arthropoda polinator dari 9 famili, Famili yang tergolong polinator adalah Formicidae, 3 ordo. Syrphidae, Muscidae, Noctuidae, Sarcophagidae. Vespidae. Drosophilidae, Pieridae, Calliphoridae, Colletidae dan Pyralidae. Famili yang mendominasi pada musim bunga bejana kuning adalah Vespidae dari ordo Hymenoptera dengan kelimpahan dan INP berturut-turut sebesar 6.1% dan 13%. Pada musim bunga bejana biru famili yang mendominasi dari Formicidae dengan nilai kelimpahan dan INP sebesar 8.9% dan 18.3%. famili yang mendominasi musim buah pada bejana kuning maupun biru ditemukan pada famili Formicidae dengan kelimpahan dan INP 10.8% dan 18.5% di bejana kuning, serta 11.4% dan 19.9% di bejana biru. Tingkat kesamaan komposisi antara bejana warna kuning dan biru musim berbuah hampir sama, dihitung dengan IBC yaitu sebesar Berdasarkan uji t tidak berpasangan, kelimpahan Arthropoda kanopi pada kedua musim berbeda nyata. Semakin tinggi kelembaban, kelimpahan Arthropoda kanopi dikedua musim semakin berkurang.

#### 5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut tentang diversitas, komposisi Arthropoda berpotensi polinator serta hubungannya dengan peningkatan produksi apel dengan menggunakan metode yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, 2008. Studi keanekaragaman serangga polinator pada perkebunan apel organik dan anorganik. Skripsi. Fakultas sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri: Malang.
- Amano, Nakamura, and Nemoto. 2000. Ovipositional and Characteristic of Lacewings, Chrysoptera camea (Stephans) and Chrysopo pallens. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. 44:17-26.
- Apituley, F. L. 2012. Kajian komposisi serangga polinator tanaman apel (Malus sylvestris Mill.) di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. *Tesis*. Program studi pengelolaan sumberdaya lingkungan dan pembangunan. Universitas Brawijaya: Malang.
- Arsip Malang, 2011. http://malang.endonesia.net/index.php/galeri-foto-utama/malang-maps-peta?picture\_id=673. Tanggal akses 1 Juni 2013.
- Asbani, N., Dwi, W., 2009. Bioteknologi penyerbukan dan pembuahan pada jarak pagar Andromonoecus. Malang: Jurnal agrivita volume 31, Nomor 1, Februari 2009.
- Atmowidi, T., Buchori D., Manuwoto S., Suryobroto B., Hidayat p. 2007. Divercity of Pollinator insect in relation of seed set of mustard (Brassica rappa L.: Crusiferae). Hayati Journal Bioscience. 14:155-161.
- Atmowidi, T. Keanekaragaman dan perilaku kunjungan serangga penyerbuk serta pengaruhnya dalam pembentukan biji tanaman Caisin (*Brassica rapa* L.: Brassicaceae). *Thesis*. IPB: Bogor.
- Borror, D. J., Triplehorn, C.A., & Johnson, N. F. 1992. An *Introduction to the study of Insect*. Sounders College Publising, New York.
- Boulter, S.L., Kitching, R.L., Howlett, B.G., dan Goodall, K. 2005.

  Any Which Way Will do The Pollination Biology of a

  Northern Australian Rainforest Canopy Tree (Syzygium sayeri: Myrtaceae). Bot. J. Linn. Soc. 149: 69–84.
- Brower, J. E., J. E. Zar C. N. Von Ende. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Third Edition. Wm. C, Brown Publisher, Dubuque.

- Bueche, F. J. 1998. Principle of Physics: Fifth Edition. USA.
- Bugguide. 2012. *Identification, images & information for insects, spiders & their Kin Lowa state University.* Http://bugguide.net/node/view/2012. Tanggal akses 14 April 2012.
- Chasanah, Lilih R. 2010. Keanekaragaman dan frekuensi kunjungan serangga penyerbuk serta efektivitasnya dalam pembentukan buah *Hoya multiflora* Blume (Asclepiadaceae). IPB:Bogor.
- Condit & Enderud. 1956. Tree fruits & nuts ab exotic tree fruits & nuts. Http://bee.airoot.com/beeculture/chap5/fig. Tanggal akses 14 April 2011.
- Damayanti, W. 2007. Penyerbukan serangga pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dan pengaruhnya terhadap pembentukan buah dan biji. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB: Bogor.
- Dennis R L H, Shreeve Tim G., Arnold Henry R., Roy David B. 1994. Does diet breadth control herbivorous insect distribution size? Life history and resource outlets for specialist butterflies. Journal of Insect Conservation 9 (3): 187–200. doi:10.1007/s10841-005-5660.
- Dian, Puspitasari, A. 2006. Diversitas struktur morfologi polen beberapa taksa tumbuhan di peternakan lebah rakyat sari mulya pada bulan Februari-Mei. *Skripsi*. Jurusan Biologi fakultas MIPA Universitas Brawijaya: Malang.
- Eka, Putra R. 2006. Polinasi: Servis Alam Yang Terabaikan http://www.google.com,diakses tanggal 20 Oktober 2012.
- Fachrul, M.F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Faheem M, Aslam M, & Razaq M. 2004. Trend in Research in Pollination Ecology with special reference to Insect a review. J. Res. Sci. 4: 395-409.
- Frei, M. L & C. Manhart. 1992. Nutzlinge und schadlinge an kunstlich anglegtan ackerkrauststreifen in Getreidefelderm. Agrarokolgie 4:1-140.
- Griffin, A.R. & Sedgley, M. 1989. Sexual Reproduction of tree crops. Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. San Diego.

- Gulland P.J. & P. S. Cranston. 2000. *The Insect. Second Edition*.http://www.eva\_mamahit@yahoo.com diakses tanggal 22 Oktober 2012.
- Jumar, 2000. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kartikawati, N. K. 2008. Polinator pada tumbuhan kayu putih. Jurnal Balai Besar Penelitian Bioteknologi Tumbuhan Hutan, Yogyakarta:7 hlm.
- Krebs, C. J. 2001. *Ecology: The Experimental Analysis of distribution and Abundance*. 5<sup>th</sup> ed. Benjamin Cummings. Menlo Park, California.
- Laubertie, E. A 2, Wrattenl, S. D. & Sedcole3 J. R. 2006. The role of odour and visual cues in the pan-trap catching of hoverflies (Diptera; Syrphidae) National Centre for Advance bioprotection technologies, Lincoln University, Canterbury, New Zealand. Ecole Nationale de Formation Agronomique, UMR 5174 'Evolution et Diversity Biologique', Auzeville, France, Statistic group, Agricultural Science and Production, agriculture and life sciences division, Lincoln University, Canterbury, New Zealand.
- Leksono, S. 2007. Ekologi Pendekatan deskriptif dan kuantitatif. Bayu Media: Malang.
- Lilies, C. S., 1991. Kunci determinasi serangga. Kanisius: Yogyakarta.
- Lowman. M. D. 1985. Temporal and spatial variability in insect grazing of the canopies of five Australian rainforest tree species, Australian Journal of Ecology.
- Lowman, M. D. 1992. Herbivory in Australian rain forest, with particular reference to the canopies of Doryphora sassafras (Monimiaceae). Biotropica.
- Maisyaroh, W. 2005. Kajian Komunitas Tumbuhan Herba di Taman Hutan Rakyat R. Bogor.
- Mas'ud, A. 2002. Studi Pola Sebaran Serangga Ordo Lepodoptera di Pesisir Pantai dan Penbgunungan di Desa Siko Kec, Kayoa. Skripsi Yang Tidak di Terbitkan.
- Mawarsih, 2011. Kelimpahan dan keanekaragaman kumbang tinja (Cleoptera: Scarabaeidae) di kawasan Taman Wisata Pulau Situ Gintung Tangerang Banten. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.

- Meliala, R. A. S., 2008. Studi Biologi serangga penyerbuk kelapa sawit Elaeidobius kamerunicus Faust (Coleoptera: Curculionidae) Elaeis guineensis Jacq. di laboratorium. *Skripsi*. Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Mudjiono, G. 1998. Hubungan timbal balik serangga-tumbuhan. Malang: Lembaga penerbitan Fakultas pertanian Universitas Brawijaya.
- Natawigena, S. 1990. Entomologi pertanian . Yogyakarta: Kanisius.
- Naim, A. 2009. Studi keanekaragaman serangga pada perkebunan jeruk organik dan anorganik di kota Batu. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN: Malang.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar ekologi. Edisi ketiga. Terjemahan oleh Thajono Samingan. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Ollerton, J. & Liede, S. 1997. *Pollination System in the Asclepiedaseae a survey and preliminary analysis.* Bio Linn soc.62:593-610.
- Purwantiningsih, Budi. 2012. Kajian komposisi serangga polinator pada tumbuhan penutup tanah di poncokusumo Malang. *Thesis*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Raju AJS & Ezradanam V. 2002. Pollination ecology and fruiting behavior in a monoecious species, Cur. Science. 83:1395-1398.
- Real, L. 1983. Pollination biology. Academia Press, INC. Orlando:338 hlm.
- Rianti, P., 2009. Keragaman, efektivitas dan perilaku kunjungan serangga penyerbuk pada tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.: Euphorbiaceae);. *Thesis*. IPB: Bogor.
- Ruppert, V. 1992. Einfluss Blutenreicher Feldranstrukturen af Die Dichte Bluten Beruschender Nutzinsekten Insbesondere Der Syrpinae (Diptera:Syrpidae Agrarokologie. Bert. Stutgart.
- Santos, Sonia A. P., Jose A. Pereira, Laura M. Antonio J. A. Nogueira. 2006. Compound Eyes an Inscets. http://www.elseiver.com/located/pic. tanggal akses 14 Mei 2013

- Schoonhoven, L. M, T. J. Jermy & J. A Van Loon. 1998. *Insect Plant Biology*. From Physiologi to Evalution. Chapman & Hall. London.
- Sitompul, S.M. 2007. Kendala Produktivitas Tanaman Apel (Malus sylvestris Mill) di Wilayah Malang Raya. Seminar Hasil Penelitian PHK A2, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya Malang.
- Speight, M.R., Hunter, M.D., and Watt, A.D., 1999. *Ecology of Insect, Consepts and Applications*. Blackwell Science, Ltd. 169-179.
- Suheriyanto, Dwi. 2008. Ekologi Serangga. Malang: UIN Press.
- Suwena, Made. 2007. Keanekaragaman tumbuhan liar edibel pada ekosistem sawah disekitar kawasan hutan gunung Salak. Fakultas Pertanian, Universitas Mataram: Mataram.
- Tropika, 2007. Mengawinkan Bunga Salak untuk Meningkatkan Produksi Buah. Balai Penelitian Tanaman Buah: Solok.
- Ubaidillah, R & M. Amir. 1986. Pengaruh Penggunaan Pestisida terhadap Lebah Madu Proc.Lokakarya Pembudidayaan Lebah Madu. 77-79.
- Untung, K., 1996. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Wahid, Abdul., Sabira and Manzoor. 2001. Apple Pollination Problem in Balochistan, Pakistan. International Journal of Agriculture dan Biology 1560-8530/03-2-210-213.
- Written S.D and H.H. van Emden. 1994. *Habitat Management for enhanced activity of Natural enemies of insect pest.* In. D. M. Glen, M. P.
- Yanuwiadi, B. K. Khotimah & M. Solkhan. 2008. Kelimpahan serangga diurnal pengunjung sembilan tumbuhan berbunga pada musim kemarau di Kebun Raya Purwodadi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Institut Pertanian: Malang.

### Lampiran 1. Data Jumlah Arthropoda Kebun Apel dari Gabungan Bejana Kuning - Biru Musim Berbunga dan Berbuah

Tabel 1.1 Data Jumlah Arthropoda Kebun Apel dari Gabungan Bejana Kuning - Biru Musim Berbunga dan Berbuah

0-1-	E	Jumlah 1	Individu
Ordo	Famili	Musim Bunga	Musim Buah
Diptera	Agromyzidae	16	// 11
Diptera	Anthomyzidae	2	10
Homoptera	Aphididae	16	3
Hymenoptera	Apidae*	1	2
Hymenoptera	Braconidae	7	8
Diptera	Calliphoridae*		0
Coleoptera	Carabidae		4
Diptera	Cecidomyiidae	217	369
Diptera	Chironomidae	6	2
Hymenoptera	Colletidae	5	21
Diptera	Culicidae	15	25
Homoptera	Delphacidae	14	// 14
Diptera	Drosophilidae*	14	14
Hymenoptera	Dryinidae	3	5
Collembola	Entomobryidae	12	0
Hymenoptera	Formicidae*	33	76
Hemiptera	Lygaeidae	当しが外外	9
Diptera	Muscidae*		0
Coleoptera	Mycetopagidae		3
Lepidoptera	Noctuidae*		12
Diptera	Phoridae	1 // /0 PM	1
Lepidoptera	Pieridae*	$\sim$ 2	0
Lepidoptera	Pyralidae*	0	8
Diptera	Sarcophagidae*	12	3
Coleoptera	Scarabaeidae	3	35
Diptera	Simuliidae	2	7
Coleoptera	Staphylinidae	1	0
Diptera	Syrphidae*	9	13
Hymenoptera	Tenthredinidae	2	1

Hymenoptera	Tephritidae	3	0
Araneida	Thomisidae	1	1
Thysanoptera	Thripidae	7	11
Hymenoptera	Vespidae*	18	16
		439	682

**Keterangan:** (\*) polinator



## Lampiran 2. Struktur Komunitas, Diversitas dan Peran Ekologis Arthropoda Kebun Apel.

Tabel 2.1 Struktur Komunitas, Diversitas dan Peran Ekologis Arthropoda Kebun Apel, Musim Berbunga Bejana Kuning

Ordo	Famili	Peran Ekologis	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
Diptera	Agromyzidae	Herbivor	2	5.1	7.2	0.1
Diptera	Anthomyzidae	Herbivor	1.	1.7	2.7	0
Homoptera	Aphididae	Herbivor	8.2	5.1	13.4	0.2
Hymenoptera	Apidae	Polinator	0.5	1.7	2.2	0
Hymenoptera	Braconidae	Parasit	1.5	3.4	4.9	0
Diptera	Calliphoridae	Polinator	0.5	1.7	2.2	0
Diptera	Cecidomyiidae	Herbivor	45.3	8.6	53.9	0.5
Hymenoptera	Colletidae	Polinator	2.5	5.1	7.7	0.1
Diptera	Culicidae	Herbivor	(/2/√	3.4	5.5	0.1
Homoptera	Delphacidae	Herbiyor	~?2	5.1	7.2	0.1
Diptera	Drosophilidae	Polinator	0.5	1.7	2.2	0
Hymenoptera	Dryinidae	Herbivor	0.5	1.7	2.2	0
Collembola	Entomobryidae	Detrivor	3	3.4	6.5	0.1
Hymenoptera	Formicidae	Polinator	5.6	5.1	10.8	0.2
Hemiptera	Lygaeidae	Herbivor	1	1.7	2.7	0
Diptera	Muscidae	Polinator	4.1	6.8	11	0.2
Lepidoptera	Noctuidae	Polinator	0.5	1.7	2.2	0
Araneida	Thomisidae	Predator	12	3.4	4.4	0
Diptera	Sarcophagidae	Polinator	3.6	6.8	10.5	0.1
Coleoptera	Scarabaeidae	Predator	0.5	1.7	2.2	0
Diptera	Simuliidae	Herbivor	13	1.7	2.7	0
Coleoptera	Staphylinidae	Herbivor	0.5	1.7	2.2	0
Diptera	Syrphidae	Polinator	1.5	3.4	4.9	0
Hymenoptera	Tenthredinidae	Herbivor	0.5	1.7	2.2	0
Hymenoptera	Tephritidae	Herbivor	1.5	3.4	4.9	0
Thysanoptera	Thripidae	Herbivor	1.5	3.4	4.9	0
Hymenoptera	Vespidae	Polinator	6.1	6.8	13	0.2
			100	10 0	200	3.2

Tabel 2.2. Struktur Komunitas, Diversitas dan Peran Ekologis Arthropoda Kebun Apel, Musim Berbunga Bejana Biru

0.1.	E11	Peran	KR	FR	INP	H'
Ordo	Famili	Ekologis	(%)	(%)	(%)	
Diptera	Agromyzidae	Herbivor	4.8	7.6	12.5	0.2
Hymenoptera	Braconidae	Parasit	1.6	5.7	7.4	0
Coleoptera	Carabidae	Predator	0.8	1.9	2.7	0
Diptera	Cecidomyiidae	Herbivor	52.6	9.6	62.2	0.4
Coleoptera	Chironomidae	Herbivor	2.4	3.8	6.2	0.1
Diptera	Culicidae	Herbivor	4.4	7.6	12.1	0.2
Homoptera	Delphacidae	Herbivor	4	5.7	9.8	0.1
Diptera	Drosophilidae	Polinator	2.8	5.7	8.6	0.1
Hymenoptera	Dryinidae //	Herbivor	0.8	1.9	2.7	0
Collembola	Entomobyidae	Detrivor	2.4	3.8	6.2	0.1
Hymenoptera	Formicidae	Polinator	8.9	9.6	18.5	0.3
Hemiptera	Lygaeidae	Herbivor	2	5.7	7.8	0.1
Diptera	Muscidae	Polinator	0.8	1.9	2.7	0.3
Lepidoptera	Pieridae	Polinator	0.8	3.8	4.6	0.1
Diptera	Sarcophagidae	Polinator	2	1.9	3.9	0
Coleoptera	Scarabaeidae	Predator	0.8	1.9	2.7	0
Diptera	Syrphidae	Polinator	2.4	7.6	10.1	0.1
Hymenoptera	Tenthredinidae	Herbivor	0.4	1.9	2.3	0
Hymenoptera	Thomisidae	Predator	0.4	1.9	2.3	0
Thysanoptera	Thripidae	Herbivor	1.6	3.8	5.4	0
Hymenoptera	Vespidae	Polinator	2.4	5.7	8.2	0.1
	Egj		100	100	200	2.8

Tabel 2.3 Struktur Komunitas, Diversitas dan Peran Ekologis Arthropoda Kebun Apel, Bejana Kuning Musim Berbuah

Ordo	Famili	Peran Ekologis	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
Diptera	Agromyzidae	Herbivor	0.8	3	3.9	0
Diptera	Anthomyzidae	Herbivor	2.7	4.5	7.4	0.1
Homoptera	Aphididae	Herbivor	0.5	1.5	1.8	0
Hymenoptera	Apidae	Polinator	0.2	3	3.6	0
Hymenopte-ra	Braconidae	Parasit	0.8	3//	3.9	0
Coleoptera	Carabidae	Predator	0.8	3	3.9	0
Diptera	Cecidomyiidae	Herbivor	50.4	7.6	58.1	0.4
Hymenoptera	Colletidae	Polinator	4.4	7.6	12.1	0.2
Diptera	Culicidae	Herbivor	3.8	7.6	11.5	0.1
Homoptera	Delphacidae	Herbivor	2.5	4.6	7.1	0.1
Diptera	Drosophilidae	Polinator	0.2	1.5	1.8	0
Hymenoptera	Dryinidae	Herbivor	0.2	1.5	1.8	0
Hymenoptera	Formicidae	Polinator	10.8	7.6	18.5	0.3
Hemiptera	Lygaeidae	Herbivor	1.3	4.6	6	0
Lepidoptera	Noctuidae	Polinator	0.8	3	1.8	0
Coleoptera	Mycetopagidae	Detrivor	0.2	1.5	3.9	0
Diptera	Phoridae	Detrivor	0.2	1.5	1.8	0
Lepidoptera	Pyralidae	Polinator	1.1	1,5	2.6	0
Diptera	Sarcophagidae	Polinator	1.1	1.5	2	0
Coleoptera	Scarabaeidae	Predator	7.7	6.1	13.9	0.2
Diptera	Simuliidae	Herbivor	0.5	1.5	2	0
Diptera	Syrphidae	Polinator	1.9	6.1	8.1	0.1
Hymenoptera	Tenthredinidae	Herbivor	0.2	1.5	1.8	0
Araneida	Thomisidae	Predator	0.8	4.6	5.4	0
Thysanoptera	Thripidae	Herbivor	2.2	4.6	6.8	0.1
Hymenoptera	Vespidae	Polinator	3	4.6	7.6	0.1
	00 12	747	100	100	200	2.8

Tabel 2.4 Struktur Komunitas, Diversitas dan Peran Ekologis Arthropoda Kebun Apel, Bejana Biru Musim Berbuah

Ordo	Famili	Peran Ekologis	KR (%)	FR (%)	INP (%)	н'
Diptera	Agromyzidae	Herbivor	2.4	5	7.5	0.1
Homoptera	Aphididae	Herbivor	0.3	1.6	2	0
Hymenoptera	Apidae	Polinator	0.3	1.6	2	0
Hymenoptera	Braconidae	Parasit	1.5	6.7	8.3	0
Coleoptera	Carabidae	Predator	0.3	1.6	2	0
Diptera	Cecidomyiidae	Herbivor	58.2	8.4	66.6	0.4
Coleoptera	Chironomidae	Predator	0.6	1.6	2.3	0
Hymenoptera	Colletidae	Polinator	1.5	6.7	8.3	0
Diptera	Culicidae	Herbivor	3.4	5	8.4	0.1
Homoptera	Delphacidae	Herbivor	1.5	5	6.6	0
Diptera	Drosophilidae	Polinator	2.7	6.7	9.5	0.1
Hymenoptera	Dryinidae	Herbivor	1.2	1.6	2.9	0
Hymenoptera	Formicidae	Polinator	11.4	8.4	19.9	0.3
Hemiptera	Lygaeidae	Herbivor	1.2	5	6.3	0
Coleoptera	Mycetopagidae	Detrivor	0.6	1.6	2.3	0
Lepidoptera	Noctuidae	Polinator	2.7	5	7.8	0.1
Lepidoptera	Pyralidae	Polinator	1.2	3.3	4.6	0
Diptera	Sarcophagidae	Polinator	0.3	1.6	2	0
Coleoptera	Scarabaeidae	Predator	2.1	6.7	8.9	0.1
Diptera	Simuliidae	Herbivor	1.5	3.3	4.9	0
Diptera	Syrphidae	Polinator	1.8	6.7	8.6	0.1
Thysanoptera	Thripidae	Herbivor	0.9	1.6	2.6	0
Hymenoptera	Vespidae	Polinator	1.5	3.3	4.9	0
	THE !		100	100	200	2.5

## Lampiran 3. Indeks Bray-Curtis Arthropoda (IBC)

Tabel 3.1 Indeks Bray-Curtis Arthropoda (IBC)

Lampiran 3. In	deks .	Bray-C	urtis A	rthro	poda (	IBC)										
Tabel 3.1 Indek				•			A	5	B	<b>R</b> 4	W					
Famili		Kelim	pahan	Y	a		С			ac	b		a	d	b	С
Faiiiii	a	b	С	d	a-b	a+b	c-d	c+d	a-c	a+c	b-d	b+d	a-d	a+d	b-c	b+c
<b>Agromyzidae</b>	4	12	3	8	8	16	5	11	1	7	4	20	4	12	9	15
<b>Anthomyzidae</b>	2	0	10	0	2	_/2/	10/	10	8	12	0	0	2	2	10	10
Aphididae	16	0	2	1	16	16	1 \( 1 \)	3	14	18	1	1	15	17	2	2
Apidae*	1	0	1	1	/1	1.	0	2	0	$\sim 2$	1	1	0	2	1	1
Braconidae	3	4	3	5	1	7	2	8	/ E07	6	$\bigcirc 1$	9	2	8	1	7
Calliphoridae*	1	0	0	0	1/	1/	0	0	$\sim 1$	$\sim$ 1	0	0	1	1	0	0
<b>Ca</b> rabidae	0	2	3	1	2	2	2	4	3	3	1	3	1	1	1	5
<b>Ce</b> cidomyiidae	88	129	181	188	41	217	7	369	93	269	59	317	100	276	52	310
Chironomidae	0	6	0	2	6	6	2	/ \ 2	0	9 0	J 4	8	2	2	6	6
Colletidae*	5	0	16	5	5	5	11	21	11	21	5	5	0	10	16	16
<b>Cu</b> licidae	4	11	14	11	7	15	3	25	10	18	0	22	7	15	3	25
<b>Delphacidae</b>	4	10	9	5	6	<u>14</u>	4	14	5	13	5	15	1	9	1	19
<b>Dr</b> osophilidae	1	7	1	9	6	8	8	10	0	1 2	2	16	8	10	6	8
<b>Dr</b> yinidae	1	2	1	4	1_	3	3	5	0	2	2	6	3	5	1	3
Entomobryidae	6	6	0	0	0	12	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6
Formicidae*	11	22	39	37	11	33	2	76	28	50	15	59	26	48	17	61
<b>Ly</b> gaeidae	2	5	5	4	3	7	11	9	3	7	1	9	2	6	0	10
Muscidae*	9	2	0	0	7	11	0	0	9	9	2	2	9	9	2	2
Mycetopagidae	0	0	1	2	0	0	1	3	1	1)بليار	2	2	2	2		1

## Lanjutan Tabel 3.1

Lanjutan Tabel	3.1					11	Λ	S	R							
Famili		Kelimpahan			a	b		cd	- 7	ac	bd		ad		bc	
Faiiiii	a	b	С	d	a-b	a+b	c-d	c+d	a-c	a+c	b-d	b+d	a-d	a+d	b-c	b+c
Phoridae Phoridae	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Pieridae*	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2
Pyralidae*	0	0	4	4	0	0	0	8	4	4	4	4	4	4	4	4
Sarcophagidae*	7	5	2	1	2	12	1/2	3	5(	9	4	6	6	8	3	7
<b>Sc</b> arabaeidae	1	2	28	7	1	3	21	35	27	29	5	9	6	8	26	30
Simuliidae	2	0	2	5	2	2	3	7	0	$\sim 4$	5	5	3	7	2	2
Staphylinidae	1	0	0	0	1	1 1	0	0	/ Kip	1	_ 0	0	1	1	0	0
Syrphidae*	3	6	7	6	3	9		13	4	10	0	12	3	9	1	13
Tenthredinidae	1	1	1	0	0	2	1	1/	(- 0	(1, 2)	1	1	1	1	0	2
<b>Te</b> phritidae	3	0	0	0	$\sim$ 3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0
<b>Th</b> omisidae	2	1	3	0	1	3	3	3		5	<b>万</b> 1	1	2	2	2	4
<b>Th</b> ripidae	3	4	8	3	1	7	5	711	5	11	1	7	0	6	4	12
Vespidae*	12	6	11	5	6	18	6	16	1 1	23	1	11	7	17	5	17
Jumlah	194	245	359	323	147	439	110	682	247	<b>553</b>	144	568	235	517	188	604
	IBC				0.6	651	0.8	389	0,5	5523	0.7	465	0.5	455	0,6	876

### Lampiran 4. Dokumentasi Pencuplikan



#### Keterangan:

A: Pemasangan Bejana (pan trap) di Kebun Apel Musim Berbunga

B: Pemasangan Bejana (pan trap) di Kebun Apel Musim Berbuah

: Pemasangan Bejana

## Lampiran 5. Data Hasil Menggunakan Uji t

# Tabel 10. Data Hasil Menggunakan Uji t Tidak Berpasangan Kelimpahan Arthropoda Gabungan Bejana Kuning-Biru pada Kedua Musim

#### **Group Statistics**

	Musi m	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kelimpahan	bunga	4	1.0975E2	10.04573	5.02286
	buah	4	1.7075E2	30.57641	15.28820

## **Independent Samples Test**

						pres re				
			vene's Test for lity of Variances t-test for Equality of Means							
						Sig. (2-	Mean	Std. Error	95% Confidence	
		F	Sig.	t	df	tailed)	Difference		Lower	Upper
Kelimpahan	Equal variances assumed	2.077	.200	-3.791	6	.009	-61.00000	16.09218	-100.37615	-21.62385
	Equal variances not assumed			-3.791	3.640	.023	-61.00000	16.09218	-107.47580	-14.52420

## Lampiran 6. Nilai Rataan Faktor Lingkungan

Tabel 5.1 Rataan Suhu Gabungan Bejana Kuning dan Biru (°C)

Musim	Pencuplikan	Pencuplikan	Pencuplikan	Pencuplikan
Wiusiiii	I	II	III	IV
Berbunga	26	24	25	23
Berbuah	21	23	22	22

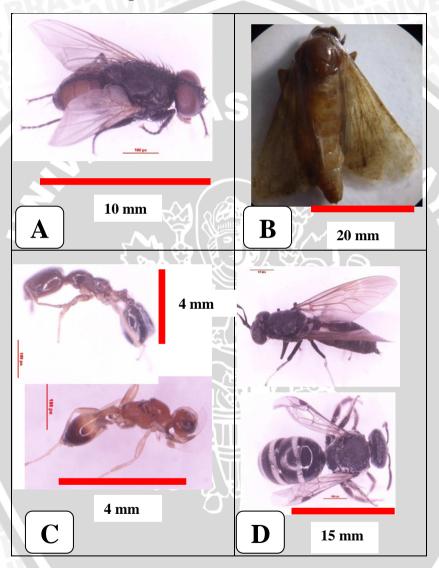
Tabel 5.2 Rataan Kelembaban Gabungan Bejana Kuning dan Biru (%)

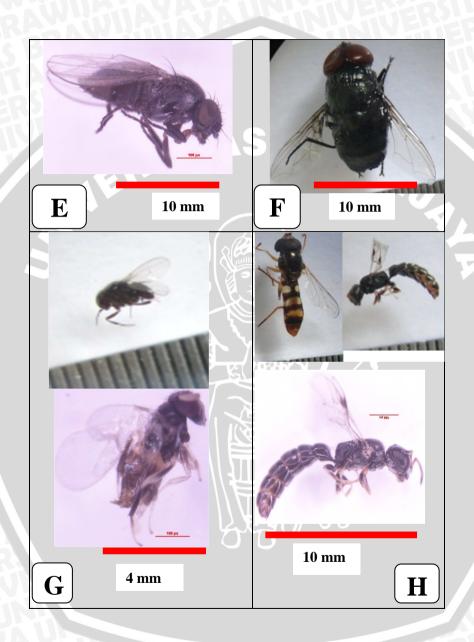
Musim	Pencuplikan I	Pencuplikan II	Pencuplikan III	Pencuplikan IV
Berbunga	64	70	63	59
Berbuah	70	74	77	69

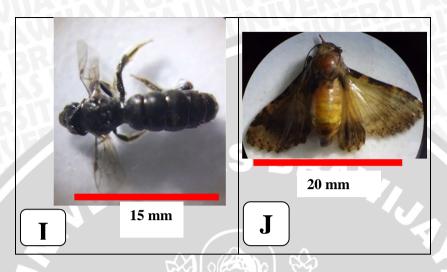
Tabel 5.3 Rataan Intensitas Cahaya Gabungan Bejana Kuning dan Biru (kLux)

Musim	Pencuplikan I	Pencuplikan II	Pencuplikan III	Pencuplikan IV
Berbunga	670	621	532	617
Berbuah	459	392	430	312

Lampiran 7. Foto Arthropoda Berpotensi Polinator dari Pengamatan







## Keterangan

- A. Muscidae
- B. Noctuidae
- C. Formicidae
- D. Vespidae
- E. Calliphoridae
- Sarcophagidae

- G. Drosophilidae
- Syrphidae Colletidae Н.
- I.
- J. Pyralidae