

PEER REVIEW

E1

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : BUKU (MONOGRAF)

Judul Buku : Keragaman Serangga Penyerbuk di Gunung Slamet dan Sekitarnya

Penulis Buku : 1. Imam Wdhiono (*nama pengusul dicetak tebal)
 2. **Eming Sudiana**
 3. Edy Tri Sucianto
 4. Darsono

Jumlah Penulis : 4 orang

Status Penulis : Penulis ke-2

IdentitasBuku :

- a. Nomor ISBN : 978-602-1004-26-5
- b. Edisi : Cetakan pertama Oktober 2016
- c. Tahun Terbit : 2016
- d. Penerbit : Percetakan dan Penerbitan Unsoed.
- e. Jumlah Halaman : 62

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : ☐ Buku Referensi
 (beri v pada kategori yang tepat) ☒ Buku Monograf

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Karya Ilmiah		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Referensi	Monograf	
		20	
a. Kelengkapan unsur isi buku (20%)		20 % X 20 = 4	4.0
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		30 % X 20 = 6	6.0
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)		20 % X 20 = 6	5.9
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (20%)		20 % X 20 = 4	4.0
Total = (100%)		20	19.90
Nilai Pengusul = (40%*Total)/3		2.67	2.65
Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer:			
1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur	: Lengkap dan sesuai unsur		
2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan	: Baik, sangat baik		
3. Kecukupan dan kemutahiran data serta metodologi	: Data dan metodologi cukup baik, mutahir		
4. Kelengkapan unsur kualitas penerbit	: Lengkap		
5. Indikasi plagiasi	: Tidak ada		
6. Kesesuaian bidang ilmu	: Sesuai		

Purwokerto,

*) wajib diisi

Reviewer 1



Dr. Dwi Nugroho Wibowo, M.S.
 NIP. 196111251986011001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

Reviewer 2



Drs. Edy Yani, M.S.
 NIP. 195811301984031001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi Tumbuhan
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : BUKU (MONOGRAF)

Judul Buku : Keragaman Serangga Penyerbuk di Gunung Slamet dan Sekitarnya

Penulis Buku : 1. Imam Wdhiono (*nama pengusul dicetak tebal)
 2. **Eming Sudiana**
 3. Edy Tri Sucianto
 4. Darsono

Jumlah Penulis : 4 orang

Status Penulis : Penulis ke-2

IdentitasBuku :

a. Nomor ISBN : 978-602-1004-26-5
 b. Edisi : Cetakan pertama Oktober 2016
 c. Tahun Terbit : 2016
 d. Penerbit : Percetakan dan Penerbitan Unsoed.
 e. Jumlah Halaman : 62

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : ☐ Buku Referensi
 (beri v pada kategori yang tepat) ☒ Buku Monograf

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Karya Ilmiah		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Referensi	Monograf	
	☐	☐ 20	
a. Kelengkapan unsur isi buku (20%)		20 % X 20 = 4	3,8
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		30 % X 20 = 6	5,7
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)		30 % X 20 = 6	5,7
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (20%)	20%	30 % X 20 = 4	3,8
Total = (100%)		20	19
Nilai Pengusul = (40%*Total)		2.67	2,53
Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer:			
1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur	: LENGKAP & SESUAI UNHUR		
2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan	: BAIK		
3. Kecukupan dan kemutahiran data serta metodologi	: DATA & METODOLOGI CUKUP BAIK		
4. Kelengkapan unsur kualitas penerbit	: LENGKAP		
5. Indikasi plagiasi	: TIDAK ADA		
6. Kesesuaian bidang ilmu	: SESUAI		

Purwokerto, 13 OKTOBER 2020 *) wajib diisi

Reviewer 1



Dr. Dwi Nugroho Wibowo, M.S.
 NIP. 196111251986011001
 Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
 Bidang Ilmu : Ekologi
 Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed



E1
LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : BUKU (MONOGRAF)

Judul Buku : Keragaman Serangga Penyerbuk di Gunung Slamet dan Sekitarnya

Penulis Buku : 1. Imam Wdhiono (*nama pengusul dicetak tebal)
2. **Eming Sudiana**
3. Edy Tri Sucianto
4. Darsono

Jumlah Penulis : 4 orang

Status Penulis : Penulis ke-2

IdentitasBuku :
a. Nomor ISBN : 978-602-1004-26-5
b. Edisi : Cetakan pertama Oktober 2016
c. Tahun Terbit : 2016
d. Penerbit : Percetakan dan Penerbitan Unsoed.
e. Jumlah Halaman : 62

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : ☐ Buku Referensi
(beri v pada kategori yang tepat) ☒ Buku Monograf

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Karya Ilmiah		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Referensi	Monograf	
	☐	☐ 20	
a. Kelengkapan unsur isi buku (20%)		20 % X 20 = 4	4
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		30 % X 20 = 6	6
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		30 % X 20 = 6 20	5,9
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (20%)		20 % X 20 = 4	4
Total = (100%)		20	19,9
Nilai Pengusul = (40%*Total) / 3		2.67	2,65

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer:

1. Kelengkapan dan kesesuaian unsur : lengkap & sesuai
2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan : sangat baik
3. Kecukupan dan kemutakhiran data serta metodologi : mutakhir
4. Kelengkapan unsur kualitas penerbit : lengkap
5. Indikasi plagiasi : tidak ada
6. Kesesuaian bidang ilmu : sesuai

Purwokerto, 5-10-2020 *) wajib diisi

Reviewer 2



Drs. Edy Yani, M.S.
NIP. 195811301984031001
Jabatan/Gol. : Lektor Kepala/(Gol. IV/c)
Bidang Ilmu : Ekologi Tumbuhan
Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed

Mengetahui :

Dekan,
Prof. Dr. Imam Widhiono M.Z., M.S.
NIP. 195904201985031002
Unit Kerja : Fakultas Biologi Unsoed



ARTIKEL

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/308916796>

KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK DI LERENG GUNUNG SLAMET DAN SEKITARNYA

Book · October 2016

CITATIONS

0

READS

2,558

2 authors:



Imam Widhiono

Universitas Jenderal Soedirman

26 PUBLICATIONS 50 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Eming Sudiana

Universitas Jenderal Soedirman

18 PUBLICATIONS 27 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Diversity and distribution of figs (*Ficus* spp.) across altitudes in Gunung Tilu, Kuningan, West Java, Indonesia [View project](#)



The effect of global warming and climate change on cultivated crops [View project](#)

Buku Monograf



KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK

di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya

Imam Widhiono
Eming Sudiana
Edy Trisucianto
Darsono



BUKU MONOGRAF

KERAGAMAN
SERANGGA
PENYERBUK

di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya

Imam Widhiono,
Eming Sudiana, Edy Trisucianto dan Darsono

Penerbit :
Universitas Jenderal Soedirman
Purwokerto
2016

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan
Keragaman Serangga Penyerbuk di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya

© 2016 Universitas Jenderal Soedirman

Cetakan Pertama, Oktober 2016

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
All Right Reserved

Penulis:

Imam Widhiono, Eming Sudiana, Edy Trisucianto dan Darsono

Disain cover & isi:

Mourizal Wisnu Z.

Editor isi:

Dr Rostaman M.Si

Editor Bahasa:

Drs. Subandi, MA

Diterbitkan oleh:

UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

Jalan Prof. Dr. H.R. Boenyamin 708 Purwokerto

Kode Pos 53122 Kotak Pos 115

Telepon 635292 (Hunting) 638337, 638795

Faksimile 631802

www.unsoed.ac.id

Dicetak oleh:

BPU Percetakan dan Penerbitan

Universitas Jenderal Soedirman

xi + 62 hal., 15,5 x 23 cm

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, photoprint, microfilm dan sebagainya.

ISBN : 978-602-1004-26-5

KATA PENGANTAR

Pertama-tama, penulis sungguh bersyukur kehadiran Allah swt, atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Monograf ini. Monograf ini merupakan buku ke dua yang disusun berdasar hasil penelitian penulis yang dilakukan sejak tahun 2010 sampai tahun 2016 di kawasan lereng Gunung Slamet, Jawa Tengah dan kawasan sekitarnya, pada berbagai tanaman pertanian serta habitat yang ada.

Monograph ini dilatar belakangi oleh adanya kenyataan bahwa serangga penyerbuk merupakan layanan jasa ekosistem yang penting bagi kehidupan manusia dan alam, karena sebagian besar tanaman penghasil sumber pangan manusia maupun sumber pakan bagi hewan penyerbukannya dilakukan dengan bantuan serangga. Namun demikian informasi tentang keragaman serangga penyerbuk yang ada pada suatu daerah dan peranannya belum banyak diketahui dan diperhatikan oleh para peneliti di Indonesia. Keragaman serangga penyerbuk di Indonesia diduga cukup tinggi, namun demikian pada buku ini hanya membatasi pada serangga penyerbuk yang paling banyak ditemukan pada berbagai tumbuhan, tanaman pertanian dan habitat. Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk yang besar dan mengandalkan pertanian serta berupaya untuk terus mempertahankan ketahanan panganya, sangat bergantung pada layanan jasa ekosistem dari serangga penyerbuk. Oleh karena itu penulis tertarik untuk menyusun buku yang berisi keragaman serangga penyerbuk yang ditemukan pada kawasan lereng Gunung Slamet dan sekitarnya sebagai informasi awal untuk

Imam Widhiono, dkk.

menyusun keragaman serangga penyerbuk pada berbagai habitat dan tanaman di Indonesia.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih belum sempurna dan masih terdapat kekurangan, oleh karena itu pembaca sangat diharapkan untuk dapat memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan buku ini di masa yang akan datang.

Akhirnya penulis sangat berharap agar buku ini dapat bermanfaat bagi para mahasiswa, peneliti maupun praktisi di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Monograph ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang didanai dari berbagai sumber terutama dari DIPA Unsoed 2010-2014, dana dari DIKTI (Foundamental Research) 2013-2015, dan Penelitian unggulan Unsoed 2016 untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Ahmad Iqbal, M.Si. (Rektor Unsoed), Prof. Dr. Ir., Suwarto, M.S. (Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Unsoed), Prof. Dr. Ir. Mas Yedi Sumaryadi, M.S. (Wakil Rektor Bidang Akademik), Dra. Yulia Sistina, M.Sc. Stud. Ph.D. (Dekan Fakultas Biologi). Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Drs. Subandi, M.A. yang telah membantu editing bahasa Indonesia dan Dr. Ir. Rostaman, M.Si. yang telah membantu editing bidang ilmu Entomologi sehingga monograf ini menjadi lebih baik.

Terima kasih saya yang tulus juga saya sampaikan kepada Sugito, Kepala Desa Serang Kabupaten Purbalingga, dan Wahyu, serta mahasiswa bimbingan S1 dan S2 yang telah banyak membantu selama penulis melakukan penelitian di lapangan. Akhirnya penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada istri tercinta Endang Retnaning, anak-anak tersayang Wiman Rizkydarajat, S.H., Margi Ariyanti, S.S. dan Irfan Rizkydarajat, S.Sos. yang selalu mendorong penulis untuk mewujudkan monograf ini.

Imam Widhiono

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Ucapan Terimakasih	v
Daftar isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Kerangka Pemecahan Masalah	4
BAB II. KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK	
2.1. Keanekaragaman Serangga Penyerbuk di Daerah Oriental	7
2.2. Keragaman Serangga Penyerbuk di Jawa	20
BAB III. NILAI PENTING KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK	
3.1. Nilai Penting Keragaman Serangga Penyerbuk Bagi Ekosistem	37
3.2. Nilai Penting Keragaman Serangga Penyerbuk Bagi Produksi Pertanian	40
BAB IV. METODE PENGAMBILAN DATA KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK DAN ANALISISNYA	
4.1. Metode Sampling Serangga Penyerbuk	45
4.2. Analisis data	51
BAB V. KESIMPULAN	53
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keragaman Spesies Serangga Penyerbuk yang Ditemukan pada Berbagai Habitat dan Tanaman di Kawasan Lereng Gunung Slamet dan sekitarnya	21
Tabel 2. Keragaman Serangga Penyerbuk pada Tumbuhan Liar	24
Tabel 3. Kekayaan Spesies, Kelimpahan Lebah Liar pada Tanaman Buncis pada Ketinggian Tempat yang Berbeda.....	27
Tabel 4. Keragaman dan Kelimpahan Serangga Penyerbuk pada Lima Tipe Hutan di Lereng Gunung Slamet.....	29
Tabel 5. Keragaman Serangga Penyerbuk pada Tingkat Spesies di Jawa	34
Tabel 6. Keragaman Serangga Penyerbuk Berdasarkan Warna Bunga	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Daerah/kawasan Oriental	7
Gambar 2. Dendrogram Kesamaan Spesies Serangga Penyerbuk Antar Tanaman Pertanian di Lereng Gunung Slamet	23
Gambar 3. Dendrogram Kesamaan Spesies Serangga Penyerbuk Antar Jarak dari Hutan	26
Gambar 4. Jumlah Spesies Lebah Liar pada Tanaman Buncis Antar Ketinggian Tempat	28
Gambar 5. Dendrogram Kesamaan Spesies Serangga Penyerbuk Antar Ketinggian Tempat	28
Gambar 6. Jumlah Spesies serangga penyerbuk pada habitat hutan di Gunung Slamet	30
Gambar 7. Serangga Penyerbuk yang Ditemukan di Lereng Gunug Slamet selama penelitian	31
Gambar 8. Hubungan Antara Keragaman Serangga Penyerbuk dengan Produksi Buah Stroberi	41
Gambar 9. Rataan keragaman spesies serangga penyerbuk yang mengunjungi berbagai tanaman pertanian	42

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Serangga penyerbuk merupakan serangga yang memberikan layanan jasa ekosistem yang sangat penting bagi keberlanjutan kehidupan di muka bumi. Ditinjau dari sisi ekologi tumbuhan, peran serangga penyerbuk sangat besar dalam menjaga keberadaan suatu spesies tumbuhan melalui proses penyerbukan serta mempertahankan keanekaragaman genetik tumbuhan pada suatu populasi. Apabila ditinjau dari sisi kehidupan manusia dan hewan, serangga penyerbuk berperan dalam proses terbentuk buah dan biji yang menjadi sumber pakan bagi manusia dan hewan. Menurut Klein *et. al.*, (2007), lebih dari 35% tanaman buah di dunia penyerbukannya bergantung pada serangga. Selain itu menurut Kearns *et.al.*(1998), hampir 90% tumbuhan berbunga penyerbukannya bergantung kepada hewan penyerbuk termasuk serangga. Mengingat peran penting serangga penyerbuk baik dalam konservasi tumbuhan maupun penyediaan bahan pangan bagi manusia dan hewan, kehadiran serangga penyerbuk di alam perlu mendapatkan perhatian.

Pada saat ini di berbagai bagian dunia telah terjadi penurunan keragaman dan populasi serangga penyerbuk liar maupun serangga penyerbuk hasil budidaya (Ghazoul, 2005 dan Steffan-Dewenter *et al.* 2005) yang menyebabkan meningkatnya perhatian terhadap kehadiran serangga penyerbuk pada berbagai habitat dan tanaman pertanian. Kasus penurunan populasi serangga penyerbuk utama, yaitu *Apis mellifera* di benua Eropa dan Amerika yang dikenal dengan CCD (*Colony Collaps Disorder*) menjadi masalah yang sangat serius.

Imam Widhiono, dkk.

Berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya CCD menurut Kremen *et al.*, (2002) adalah terjadinya perubahan dan kehilangan habitat, penggunaan pestisida yang berlebihan, introduksi spesies asing pada lahan pertanian, dan serangan hama dan penyakit. Sarang lebah madu peliharaan (*Apis mellifera*) di berbagai belahan dunia mengalami permasalahan dengan adanya serangan parasit tungau (*Varroa destructor*, *V. jacobsoni*), penyakit *American Foul Brood* (*Bacillus larvae*), dan penyakit *Chalk brood* (*Ascosphaera apis*) (Watanabe, 1994). Dalam rangka mengatasi permasalahan penurunan keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk di berbagai bagian dunia, pada tahun 2000, konferensi negara anggota “*Convention on Biological Diversity*” (CBD), membentuk suatu inisiatif internasional untuk konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan serangga penyerbuk. (*Initiative Pollinators International for the Conservation and Sustainable use of Pollinators*). Tujuan utama didirikannya Inisiatif ini adalah untuk meningkatkan pemanfaatan berkelanjutan keragaman serangga penyerbuk pada ekosistem pertanian dan ekosistem yang lain (UNEP, 2002). Pemanfaatan keragaman serangga penyerbuk pada berbagai ekosistem akan meningkatkan layanan jasa ekosistem dan meningkatkan kestabilan produksi bahan pangan. Pemanfaatan keragaman serangga penyerbuk akan menekan penurunan keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk pada suatu kawasan.

Pemanfaatan lebah madu (*Apis mellifera* dan *Apis cerana javana*) secara tunggal tidak selalu memberikan hasil penyerbukan yang efisien. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, misalnya ketidaksesuaian ukuran tubuh dengan ukuran bunga, produksi nektar yang rendah, serta ketidaksesuaian mekanisme pelepasan

tepung sari (Kearns and Inouye, 1997). Untuk mengatasi permasalahan tersebut banyak dilakukan penelitian pemanfaatan keragaman serangga penyerbuk pada berbagai tanaman pertanian karena ternyata lebih menguntungkan terutama apabila jenis tanaman pertanian yang ada pada suatu bentang alam beragam. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa berbagai tanaman maupun tumbuhan mempunyai kekhasan pada bunga yang dihasilkan, sehingga membutuhkan tipe serangga penyerbuk yang beragam. Penjelasan mekanistik terhadap hubungan keragaman serangga penyerbuk dengan keberhasilan penyerbukan pada beragam tumbuhan/tanaman dapat dijelaskan dengan konsep pemanfaatan relung ekologis secara bersamaan (Fontaine *et al.*, 2006, Hoehn *et al.*, 2008, Tylianakis *et al.*, 2008). Spesies serangga penyerbuk yang beragam mempunyai pemanfaatan relung ekologis bersama karena setiap spesies mempunyai perbedaan jenis tumbuhan yang dikunjungi serta waktu kunjungan (Hoehn *et al.*, 2008, Blüthgen and Klein 2011). Terjadinya variasi ruang dan waktu antar serangga penyerbuk terhadap bunga akan menjaga sistem penyerbukan oleh serangga di alam terutama serangga penyerbuk yang bersifat generalis (mengunjungi berbagai bunga)(Fenster *et al.*, 2004).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana keragaman serangga penyerbuk pada berbagai habitat di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya?

- 2) Bagaimana keragaman serangga penyerbuk pada berbagai tanaman pertanian di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya dibandingkan dengan daerah lain di pulau Jawa ?
- 3) Bagaimana hubungan antara keragaman serangga penyerbuk dengan produksi pertanian ?

1.3. Tujuan

Tujuan penulisan monograf ini adalah untuk :

- 1) Menggambarkan keanekaragaman serangga penyerbuk pada berbagai habitat dan tanaman pertanian di kawasan lereng Gunung Slamet dan sekitarnya
- 2) Menggambarkan nilai penting keragaman serangga penyerbuk bagi ekosistem dan produksi pertanian
- 3) Menyediakan informasi tentang keanekaragaman serangga penyerbuk untuk tindakan konservasinya dan pemanfaatan pada bidang pertanian.

1.4. Kerangka Pemecahan Masalah

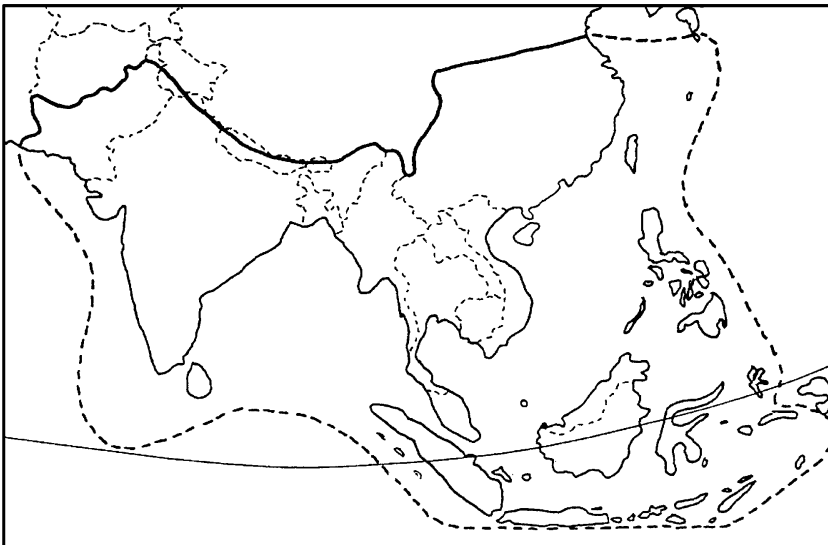
Pembahasan pada buku ini disusun berdasarkan pada langkah-langkah untuk dapat memecahkan permasalahan yang ada. Penggambaran keragaman serangga penyerbuk dimulai dari keragaman pada kawasan biogeografi Daerah Oriental, terutama pada kawasan Indo-Malayan, dan didasarkan pada hasil penelitian di berbagai pulau di kawasan ini. Penggambaran tersebut penting untuk menunjukkan kekayaan spesies serangga penyerbuk yang ada di Indonesia. Keragaman serangga penyerbuk di Jawa dibahas secara khusus serta dibandingkan dengan hasil penelitian yang penulis lakukan, baik pada berbagai habitat maupun pada tanaman pertanian

dan tumbuhan liar (Bab II). Pada Bab III, dibahas nilai penting keragaman serangga penyerbuk bagi produksi pertanian. Pembahasan dilakukan secara terperinci berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan penulis. Penelitian tentang keragaman spesies, khususnya spesies serangga penyerbuk, sering mengalami kendala dalam melakukan pengambilan contoh (sampel) sehingga pada Bab IV akan dibahas hal tersebut secara rinci. Pembahasan metode sampling meliputi sampling sederhana yang hanya bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk, sampling yang lebih kompleks yang menyangkut perubahan ruang dan waktu serangga penyerbuk dan hubungannya dengan tanaman inang, serta metode penentuan awal spesies di lapangan. Pada bab ini juga dibahas metode analisis keanekaragaman hayati serangga penyerbuk yang meliputi penggunaan indeks diversitas, prakiraan populasi, prakiraan spesies yang ada, dan kesamaan komposisi spesies antar habitat maupun tanaman pertanian. Akhirnya pada bab V disusun kesimpulan dari seluruh bahasan yang ada.

BAB II. KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK

2.1. Keragaman Serangga Penyerbuk di Daerah Oriental

Daerah Oriental meliputi kawasan yang cukup luas mencakup daerah tropis dan sub tropis. Di bagian utara mencakup pegunungan Himalaya sampai ketinggian di bawah 3000 m dpl, di bagian selatan mencapai Nusa Tenggara, bagian barat mencapai Madagaskar dan bagian Timur mencapai kepulauan Halmahera (Corlett, 2004)



Gambar 1. Peta daerah/kawasan Oriental (Corlett, 2004)

Keragaman serangga penyerbuk pada daerah Oriental dibahas dalam buku ini untuk acuan dasar dalam membahas keragaman serangga penyerbuk di Jawa maupun di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya. Namun demikian, jenis serangga penyerbuk yang dibahas hanya akan dibatasi pada Ordo Hymenoptera (kelompok lebah dan tawon), sedikit Ordo Lepidoptera (kelompok

Imam Widhiono, dkk.

kupu-kupu), Ordo Coleoptera (kelompok kumbang) dan Ordo Diptera (kelompok lalat) dengan pertimbangan ordo-ordo tersebut merupakan penyerbuk utama pada berbagai jenis tanaman dan tumbuhan di Jawa.

2.1.1. Ordo Hymenoptera

Lebah merupakan kelompok yang terpisah dari tawon, walaupun sama-sama mengunjungi bunga untuk mendapatkan nektar. Lebah sangat efektif mengunjungi bunga sehingga mampu mengambil nektar sekaligus mengambil tepungsari bunga sebagai sumber protein bagi anaknya. Sedangkan tawon hanya mengambil nektar dan tidak mampu mengumpulkan tepungsari. Sehingga jumlah anakan lebah sangat bergantung pada jumlah nektar dan tepungsari yang dikumpulkan (Rasheed & Harder, 1997). Secara morfologi lebah dibedakan dari tawon pada bagian yang menghubungkan thoraks dengan abdomen, pada lebah tidak tampak jelas sedangkan pada tawon sangat jelas. Selain itu seluruh bagian tubuh lebah berambut yang dimanfaatkan untuk mengumpulkan tepungsari dari bunga. Sebagian besar lebah hidup secara soliter (menyendiri), beberapa spesies hidup berkelompok dan sebagian lagi hidup secara eusosial atau berkoloni dengan pengaturan kasta yang jelas pada familia Halictidae dan Apidae. Lebah juga mempunyai keanekaragaman aktivitas musiman dan jumlah tumbuhan yang dikunjungi. Lebah soliter cenderung mengunjungi bunga hanya untuk mencari tepungsari dan sangat jarang yang hanya mencari nektar (Michener, 2000). Lebah termasuk ke dalam Super familia

Apoidea dengan beberapa familia, yaitu Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, dan Apidae.

1) Familia Colletidae.

Anggota familia Colletidae berjumlah sekitar 2000 spesies, semua berperan sebagai penyerbuk, merupakan lebah penyendiri, mempunyai probosis yang pendek, tersebar dan berlimpah di Australia (Michener, 2000). Di daerah Oriental termasuk di Jawa diduga banyak terdapat lebah ini, namun karena ukurannya kecil sering kali tidak menarik atau tidak tertangkap pada waktu survei. Contoh spesies yang ditemukan pada bunga jati di Thailand adalah *Hyaleus* sp.

2) Familia Andrenidae.

Anggota familia Andrenidae sekitar 2000 spesies merupakan lebah penyendiri dengan probosis yang pendek dan membuat sarang berbentuk lubang di dalam tanah. Familia ini di daerah Oriental region hanya ditemukan di bagian utara yang merupakan daerah sub tropis dan tidak ditemukan di Jawa (Corlet, 2004).

3) Familia Halictidae.

Lebah dari familia Halictidae atau *sweat bees* ditemukan tersebar dan berlimpah pada hampir semua habitat terrestrial. Di hutan hujan tropis keanekaragamannya sangat tinggi dan hanya kalah dari familia Apidae (Michener, 2000). Namun demikian bentuknya yang kecil dan berwarna gelap seringkali tidak terdeteksi pada saat sampling. Sebagian besar membuat sarang di dalam tanah, bersifat soliter, sebagian lebah ini bersifat komunal atau sarangnya mengelompok dan beberapa bersifat eusosial sejati dengan pembagian kasta yang jelas. Probosis pendek

sehingga cenderung mengunjungi bunga yang nektarnya tidak terlalu dalam. Menurut Kato *et al* (1991), ditemukan juga anggota familia Halictidae yang memiliki probosis yang panjang. Di daerah Oriental dua sub familia yang paling banyak ditemukan mengunjungi bunga adalah sub familia Nomiinae terutama genus *Nomia*, dan sub familia Halictinae terutama genus *Halictus*, *Lassioglossum* dan *Thrinchostoma* yang merupakan spesies lebah yang bersifat kosmopolitan namun demikian jumlah jenisnya menurun pada hutan di dataran rendah (Sakagami *et al.*, 1990). Momose *et al.*, (1998) menemukan 21 spesies tumbuhan di hutan dataran rendah di Kalimantan diserbuki oleh genus *Nomia*. Tumbuhan tersebut mempunyai ciri khas bunga berwarna putih, kuning atau kuning dengan tabung nektar yang agak dalam dan banyak ditemukan dibawah tegakan pohon. Dengan demikian lebah yang melakukan penyerbukan pada tumbuhan tersebut disebut sebagai penggemar tanaman bawah naungan. Lebah dengan probosis terpanjang (15 mm) ditemukan pada hutan dataran tinggi di Sumatra (Kato *et al*, 1990). Namun demikian jenis lebah dari familia Halictidae tidak mempunyai kekhususan terhadap bunga tertentu atau bersifat generalis. Anggota familia Halictidae banyak dijumpai pada tumbuhan familia Acanthaceae, Verbenaceae, Zingiberaceae, Lamiaceae dan Fabaceae (Momose *et al.*, 1998).

4) Familia Megachilidae.

Anggota familia Megachilidae terdiri atas ratusan spesies dan tersebar luas di dunia dicirikan dengan pemanfaatan bahan yang dipergunakan untuk membangun sarang berupa potongan daun sehingga disebut sebagai lebah pemotong daun (*leaf cutting*

bees). Spesies lebah anggota familia Megachilidae juga dicirikan dengan cara mengakut tepung sari yang menggunakan abdomen bagian bawah, tidak menggunakan bagian tungkai seperti lebah lain (Michener, 2000). Di daerah Oriental, anggota familia ini beragam namun kelimpahannya relatif rendah (Sakagami *et al.*, 1990). Salah satu spesies familia ini, adalah *Megachile (Chalicodoma) pluto* yang ditemukan di Maluku Utara sebagai lebah terbesar di dunia dengan panjang tubuh lebah betina mencapai 4 cm.

Nilai penting dari anggota familia ini sebagai penyerbuk tampaknya karena sebagian besar berasal dari kemampuan mereka untuk memaksa membuka kelopak bunga yang tertutup rapat seperti kemampuan *Xylocopa* dan *Bombus* (Sakagami *et al.*, 1990). Spesies anggota familia ini merupakan penyerbuk yang penting pada bunga bertipe kupu-kupu yang memiliki organ seksual pada bagian bawah bunga, sehingga tepungsari akan melekat pada bagian bawah abdomen. Menurut Momose *et al.*, (1998), lebah Megachilid di Sarawak banyak ditemukan pada tumbuhan dari familia Papilionaceae (bunga seperti kupu-kupu). Kelimpahan penyerbuk dari *Megachile* mencapai jumlah terbanyak pada saat musim bunga jenis tumbuhan Papilionaceae. Namun demikian di daerah lain lebah Megachilidae dijumpai mengunjungi berbagai bunga tumbuhan liar dan tanaman pertanian, sehingga menjadi penyerbuk utama pada familia Asteraceae, Fabaceae dan Lamiaceae (Kato, 2000).

5) Familia Apidae

Familia Apidae memiliki beberapa sub familia antara lain:

- a) **subfamilia Xylocopinae.** Terdiri atas 3 suku yang sangat penting sebagai serangga penyerbuk di daerah Oriental yaitu

Xylocopini, Ceratini dan Allodopini. Suku Xylocopini mempunyai genus tunggal yaitu *Xylocopa* yang dicirikan dengan ukuran tubuh yang besar dan membuat sarang dengan membuat lubang pada kayu (Michener, 2000). Adapun suku Ceratinini dan Allodapini (*Brauns apis*) ukuran tubuhnya sangat kecil ramping yang bersarang di batang dan ranting yang mati.

Lebah *Xylocopa* mempunyai keunggulan sebagai serangga penyerbuk karena beberapa sifat yang meliputi ukuran tubuh yang besar, mampu terbang cepat dan jauh pada kondisi angin yang cepat, mampu menekan petal bunga yang tertutup, mampu mengambil tepungsari yang lengket dengan menggetarkan bunga atau biasa disebut *buzzing*. Lebah ini mampu mengunjungi berbagai jenis bunga terutama jika bunga yang menjadi kesukaannya tidak ada. Jenis bunga yang banyak dikunjungi biasanya dicirikan, ukuran bunga yang besar, mencolok, biseksual, dan bunga dari tanaman berkayu (Raju and Reddi, 2000; Momose *et al.*, 1998; Kato, 2000). Lebah ini banyak ditemukan pada bunga tanaman marga kacang-kacangan.

Genus Ceratina (lebah tukang kayu kecil) merupakan lebah yang kosmopolit, tersebar hampir di seluruh daerah Oriental. Lebah ini ditemukan sebagai pengunjung bunga yang kecil, sehingga perannya sebagai penyerbuk dianggap kurang penting, umumnya jenis bunga yang dikunjungi berasal dari familia Asteraceae, Fabaceae atau Lamiaceae. Di Thailand lebah ini sangat penting dalam penyerbukan bunga pohon jati (*Tectona grandis*, Verbenaceae). Di hutan dataran

rendah di Sarawak Malaysia ditemukan menyerbuki tumbuhan liar dari familia Acanthaceae dan Zingiberaceae.

- b) subfamilia Apinae-Anthophorini.** Genus *Amegilla*, ditemukan tersebar di semua daerah Oriental, mengunjungi berbagai bunga pada habitat yang terbuka maupun tertutup. Namun demikian *Amegilla* banyak ditemukan menyerbuki tumbuhan bawah naungan atau di habitat yang tertutup atau di dalam hutan. Spesies *Amegilla* mempunyai kebiasaan terbang mencari pakan atau mengunjungi bunga pada daerah yang luas pada berbagai bunga. Sering ditemukan pada bunga yang dikunjungi oleh lebah *Xylocopa*, karena *Amegilla* juga mampu berperan sebagai “buzzing bees”, yaitu lebah yang mengambil tepung sari pada bunga dengan menggetarkan bunga secara kuat. Di Sumatera Barat ditemukan spesies *Amegilla elephans*, yang memiliki probosis yang panjang.
- c) subfamilia-Apinae-Bombini.** Marga Bombini terdiri atas satu genus yaitu *Bombus* (Michener, 2000), merupakan lebah eusosial yang primitif, banyak tersebar di bagian utara daerah Oriental dan merupakan penyerbuk yang sangat potensial. Di daerah Oriental bagian selatan ditemukan hanya di dataran tinggi atau di pegunungan di Jawa dan Sumatera.
- d) subfamilia Apinae-Meliponini.** Lebah ini dikenal sebagai lebah tidak bersengat. di daerah Oriental lebah ini terbatas pada daerah tropis dan berada pada ketinggian di bawah 1500 m di atas permukaan laut (Salmah, *et al.*, 1990). Dari Meliponini, 3 sampai 4 genus adalah *Trigona* dan banyak terdapat di daerah ini yang merupakan serangga penyerbuk yang penting pada berbagai bunga di hutan dataran rendah. Di

Malaysia dan Indonesia lebah ini ditemukan menyerbuki 25% dari 305 tumbuhan berbunga. Lebah *Trigona* merupakan lebah yang hidup berkoloni dengan masa hidup yang panjang sehingga lebah ini berperan sebagai penyerbuk generalis atau mengunjungi berbagai bunga. Inoue *et al.*, 1993; Nagamitsu and Inoue, 1998). Salah satu ciri lebah *Trigona* adalah adanya pembagian sumber daya antar spesies dibandingkan dengan pembagian lokasi dan tempat pencarian pakan. Sehingga di alam sangat jarang ditemukan adanya persaingan antar spesies (Eltz *et al.*, 2001). Di hutan dataran rendah di Malaysia dan Indonesia ditemukan 17 spesies sympatrik dari *trigona* yang dibedakan berdasarkan panjang probosisnya, sehingga mempunyai kecenderungan mengunjungi bunga yang berbeda antar spesies. (Nagamitsu and Inoue, 1998). Namun demikian, bunga yang dikunjungi oleh lebah *Trigona* biasanya berukuran kecil dan berbentuk pipih, dengan posisi nektar tidak terlindungi (Inoue *et al.*, 1990; Momose *et al.*, 1998). Lebah *Trigona* juga mengunjungi bunga yang diserbuki oleh lebah yang lebih besar. Beberapa spesies *Trigona* membuat lubang pada *anther* bunga yang membutuhkan getaran untuk melepaskan tepungsarinya. *Trigona* membuat sarang pada lubang pohon besar yang masih hidup (Eltz *et al.*, 2003), kepadatan sarang sangat ditentukan oleh ketersediaan pakan dan tempat bersarang (Inoue *et al.*, 1993). Pakan yang mempengaruhi kepadatan sarang bersumber dari bunga yang tersedia di luar hutan (Eltz *et al.*, 2002).

- e) **subfamilia Apinae-Apini.** Genus *Apis* biasa disebut sebagai lebah madu, lebah ini banyak tersebar di daerah Oriental.

Pada daerah ini sekurang-kurangnya terdapat delapan spesies dengan perbedaan ukuran tubuh lebah pekerja. Berdasarkan tipe sarang, lebah madu dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu : kelompok lebah berukuran kecil dengan sarang terdiri atas satu sisir terbuka, lebah berukuran besar dengan sarang terdiri atas satu sisir terbuka, dan lebah berukuran sedang dengan sarang dalam ruang yang terdiri dari banyak sisiran.

Dua spesies lebah yang masuk dalam kelompok pertama adalah *Apis florea* dan *A. andreniformis*, yang memiliki tampilan dan ukuran yang sama, sehingga pernah dimasukkan dalam satu spesies sebagai *Apis florea*. Namun demikian menurut Wongsiri *et al.*, (1996), secara detail terdapat perbedaan yang jelas antara kedua spesies tersebut, baik secara morfologi, tingkah laku maupun sejarah hidupnya. Ukuran tubuh *A. florea* sedikit lebih besar dibanding *A. andreniformis*. *A. florea* tersebar luas di daerah Oriental, sedangkan *A. andreniformis* hanya terdapat di Malaysia dan Indonesia kecuali pulau Sulawesi yang tidak terdapat lebah berukuran kecil. *A. florea* ditemukan di habitat yang telah banyak mengalami modifikasi sedangkan *A. andreniformis* hanya ditemukan di hutan dataran rendah dengan habitat alami. Kedua lebah ini mempunyai kebiasaan merubah tempat bersarang dan berpindah secara musiman. Peran lebah ini sebagai penyerbuk belum banyak diketahui.

Lebah kelompok kedua terdiri atas *Apis laboriosa* dan *Apis dorsata*. *A. laboriosa* merupakan lebah Himalaya tersebar di bagian utara daerah Oriental di lembah-lembah

pegunungan di Buthan, China, India dan Nepal (Underwood, 1992). Sarang lebah ini menggantung pada batuan, dan melakukan migrasi ke daerah yang lebih tinggi pada saat musim panas. Namun demikian informasi tentang ekologi spesies ini belum banyak diteliti. *Apis dorsata*, di Indonesia biasa disebut sebagai lebah hutan, lebah ini tersebar hampir di sebagian besar daerah Oriental Region, sarang ditemukan di hutan dengan pohon yang tinggi.

Lebah yang masuk dalam kelompok ketiga adalah : *Apis cerana*, *A. koschevnikovi*, *A. nigrocincta* dan *A. nuluensis*. *Apis cerana* tersebar di hampir semua daerah Oriental, dan meluas sampai daerah sub tropis di Asia Timur. Sedangkan tiga spesies lain hanya ditemukan di dataran Sunda, di Asia Tenggara. Namun demikian persebaran geografi secara tepat masih belum jelas.

Apis cerana merupakan lebah yang luas tersebar di daerah Oriental, bahkan sampai daerah Palearctic Timur sampai garis lintang 46° LU (Hepburn *et al.*, 2001). Persebaran yang luas ini menggambarkan bahwa lebah ini mampu melindungi sarang dan beradaptasi terhadap suhu rendah. Jika dibandingkan dengan *A. mellifera*, lebah *Apis cerana* berukuran tubuh lebih kecil, jumlah anggota koloni lebih sedikit serta kemampuan mencari pakan yang lebih sempit (biasanya kurang dari 1 km dari sarang) (Liu and Zhang, 2000). Di daerah dataran Sunda di alam sarang lebah ini sering ditemukan berdekatan, yang menandakan tidak terjadi pembagian wilayah pencarian pakan. Sarang banyak ditemukan pada habitat yang sudah termodifikasi Namun

demikian menurut Salmah *et al.*, (1990) sarang lebah ini sangat berlimpah pada ketinggian di atas 2500 m dpl di Sumatera Barat. Lebah *A. cerana* sangat menyukai migrasi atau perpindahan sarang secara musiman. Namun demikian jarak perpindahan sarang masih belum jelas. Penelitian tentang peran lebah *A. cerana* dalam penyerbukan di dalam hutan masih sangat jarang, sebaliknya pada habitat yang terbuka sudah sangat banyak penelitian tentang peran lebah madu dalam penyerbukan tanaman pertanian, hal ini terutama disebabkan oleh adanya lebah madu yang telah di budidayakan.

A. koschevnikovi adalah lebah pembuat sarang tertutup yang dominan di hutan dataran rendah di Kalimantan, dan tidak ditemukan di bagian lain di Semenanjung Malaysia termasuk Sumatra dan Jawa. Sebagian besar informasi mengenai lebah ini berasal dari penelitian di hutan Lambir Sarawak, dimana lebah ini tinggal. Tingkah laku migrasi dan fluktuasi jumlah anggota koloni mirip dengan *A. dorsata* (Itioka *et al.*, 2001). Jumlah anggota koloni terkecil ditemukan berjumlah 1200 sampai 2000 individu (Roubik *et al.*, 1999) mampu menyimpan bahan makanan untuk beberapa tahun terutama pada saat diantara musim bunga. Di hutan Kalimantan, lebah ini banyak dijumpai mengunjungi bunga pada kanopi pohon, tetapi juga ditemukan pada bunga pada berbagai tingkat ketinggian pohon (Nagamitsu and Inoue, 1997). Lebah ini ditemukan hanya menyerbuki dua jenis pohon dari 247 pohon yang diamati di Kalimantan. (Itioka *et al.*, 2001), Lebah *A. nigrocincta* banyak tersebar di

Sulawesi dan ditemukan juga di Mindanao, sedangkan *A.nuluensis* dilaporkan ditemukan di dataran tinggi Kinabalu (Kalimantan) di atas ketinggian 1700 m dpl. Sampai saat ini informasi ekologi kedua spesies lebah ini belum tersedia.

2.1.2. Ordo Diptera

Diptera atau kelompok lalat merupakan salah satu kelompok serangga penyerbuk yang penting namun sering kali perannya diabaikan. Kelompok serangga ini dapat dibedakan dengan serangga lain terutama dilihat adanya satu pasang sayap depan yang tipis, dan sepasang sayap belakang yang mereduksi menjadi *halter*. Diptera dianggap sebagai salah satu serangga kuno, dan diduga sebagai penyerbuk pertama pada tanaman berbunga. Kurang lebih 51 dari 150 familia Diptera termasuk lalat yang diketahui stadia dewasanya mengunjungi bunga (Evenhuis *et al.*, 2008) dan lebih dari 550 spesies tumbuhan yang secara teratur dikunjungi oleh lalat, sehingga lalat dianggap sebagai serangga yang berperan penting dalam proses penyerbukan (Larson *et al.* 2001). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa Diptera merupakan serangga penyerbuk utama pada berbagai tumbuhan dan tanaman pertanian (Evenhuis *et al.* 2008).

Lalat tersebar di hampir semua ekosistem darat dengan kelimpahan yang tinggi, dengan lebih dari 160.000 spesies. Diptera menjadi kelompok yang sangat beragam dengan variasi pada alat mulut dan panjang probocis, keragaman tersebut menggambarkan bahwa lalat merupakan serangga penyerbuk yang efektif (Ssymank *et al.* 2008). Beberapa spesies lalat teradaptasi dengan bunga yang berbentuk tabung dengan probocis yang panjang sedangkan kelompok lain merupakan penyerbuk generalis. Di daerah Oriental,

penyerbukan oleh lalat banyak ditemukan pada daerah dataran tinggi di atas 2000 m dpl, dimana lebah jarang ditemukan. Selain itu, banyak lalat ditemukan mengunjungi bunga tumbuhan bawah hutan yang menghasilkan bunga yang kecil dan tidak menarik serangga lain, atau mengunjungi bunga yang berbentuk mangkok dengan tepung sari dan nektar yang mudah dijangkau (Luzar and Gottsberger 2001).

Salah satu familia dari ordo Diptera yang dikenal luas sebagai serangga penyerbuk dan banyak ditemukan di daerah Oriental region adalah familia Syrphidae (*hoverfly*) spesies dari familia ini mempunyai peran ganda di dalam ekosistem pertanian, karena serangga dewasa berperan sebagai penyerbuk sedangkan larvanya memangsa hama tanaman dari kelompok kutu daun (Aphididae). Spesies yang banyak ditemukan di lahan pertanian dataran tinggi adalah : *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus*, *Syrphus torvus*, dan *Sphaeropira scripta* (Widhiono et al., 2016).

2.1.3. Ordo Coleoptera

Kumbang pemakan tepung sari dan nektar tersebar sangat banyak. Beberapa spesies bahkan terdaptasi dengan tingkah laku seperti lebah madu. Kumbang mengunjungi bunga untuk berbagai keperluan antara lain untuk mendapatkan pakan berupa tepungsari dan nektar atau untuk meletakkan telurnya. Ciri khas bunga yang penyerbukan utamanya kumbang adalah mempunyai bau yang kuat, berwarna pucat, mekar pada malam hari dan suhu hangat di dalam bunga. Kumbang yang potensial sebagai penyerbuk berasal dari familia Scarabaeidae, Mordellidae, Curculionidae dan Cerambycidae. Namun demikian walaupun kumbang banyak

ditemukan sebagai salah satu serangga penyerbuk yang penting di daerah Oriental hasil penelitian yang lengkap tentang peran kumbang sebagai serangga penyerbuk masih sangat sedikit (Corlett, 2004).

2.1.4. Ordo Lepidoptera

Kelompok kupu-kupu dan ngengat sangat banyak yang mengunjungi bunga. Namun demikian pada habitat yang terbuka, kupu-kupu sangat mendominasi sebagai pengunjung bunga. Terutama bunga yang kecil, berbentuk tabung terbuka seperti bunga tumbuhan dari familia Asteraceae. Namun demikian penelitian tentang peran kupu-kupu sebagai serangga penyerbuk dan peranannya dalam penyerbukan masih sangat jarang dilakukan (Corlett, 2004). Menurut Widhiono (2015), kupu-kupu pengunjung bunga terutama berasal dari familia Papilionidae, Pieridae dan sebagian Nymphalidae. Beberapa spesies dari familia Hesperidae ditemukan sebagai serangga penyerbuk yang cukup potensial.

2.2. Keragaman Serangga Penyerbuk di Jawa

2.2.1. Keragaman Serangga Penyerbuk di Lereng Gunung Slamet dan Sekitarnya

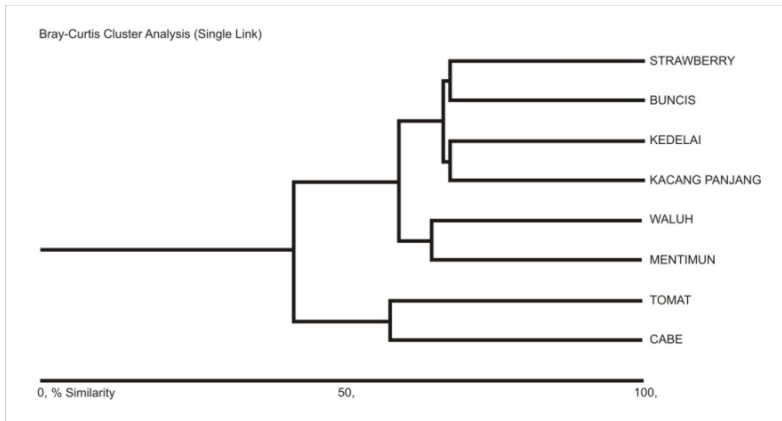
Hasil penelitian keragaman serangga penyerbuk pada berbagai habitat dan tanaman di kawasan Banyumas dari dataran rendah (8 m dpl) sampai dataran tinggi (1117 m dpl) disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Keragaman Spesies Serangga Penyerbuk yang Ditemukan pada berbagai Habitat dan Tanaman di Kawasan Lereng Gunung Slamet dan sekitarnya (2010-2015).

Ordo	Familia	Spesies
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i>
		<i>Sphaerophoria scripta</i>
		<i>Syrphus torvus</i>
	Muscidae	<i>Musa domestica</i>
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Crhysolina polita</i>
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis cerana</i>
		<i>Apis dorsata</i>
		<i>Trigona laeviceps</i>
		<i>Amegilla cingulata</i>
		<i>Amegilla zonata</i>
		<i>Xylocopa latipes</i>
		<i>Xylocopa confusa</i>
		<i>Xylocopa caeruleus</i>
		<i>Ceratina negrolateralis</i>
	Megachilidae	<i>Megachile relativa</i>
		<i>Megachile centuncularis</i>
	Halictidae	<i>Lassioglossum malachurum</i>
		<i>Augochlora sp</i>
		<i>Nomia melanderi</i>
	Colletidae	<i>Hylaeus modestus</i>
	Vespididae	<i>Ropallidia romandi</i>
		<i>Ropalidia fasciata</i>
		<i>Delta companiforme</i>
	Scoliidae	<i>Campsomeris plumipes</i>
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i>
	Pieridae	<i>Eurema hecabe</i>
		<i>Catopsilia pomona</i>
		<i>Catopsilia pyraute</i>
	Hesperiidae	<i>Borbo cinara</i>

1) Keragaman Serangga Penyerbuk pada Habitat Pertanian

Penelitian keragaman serangga penyerbuk pada lahan pertanian dilakukan mulai tahun 2010 sampai tahun 2015. Komoditas pertanian yang diteliti meliputi tanaman cabai, tomat, stroberi, kacang panjang, buncis, kecipir, kedelai, waluh, mentimun, dan caisim (2016). Hasil penelitian tahun 2012 pada lahan pertanian dataran tinggi dengan 8 jenis komoditas menunjukkan bahwa pada 8 tanaman pertanian ditemukan 17 spesies serangga penyerbuk. Perbandingan keragaman serangga penyerbuk dengan menggunakan Indeks Diversitas (Shannon- Wiener H' , Simpson D dan Eveness E) menunjukkan bahwa tanaman kacang panjang dikunjungi oleh 12 spesies serangga penyerbuk dengan indeks diversitas tertinggi yaitu ($H'= 2,14$, $D= 0,86$, dan $E= 0,86$,) diikuti oleh tanaman mentimun dengan 11 spesies dengan indeks diversitas ($H'=1,89$, $D=0,75$, dan $E= 0,75$) dan jumlah pengunjung terendah pada tanaman stroberi yang hanya dikunjungi oleh 7 spesies dengan indeks diversitas ($H'=1,25$, $D=0,64$, dan $E=0,64$,). Spesies serangga penyerbuk yang paling melimpah adalah lebah madu lokal (*Apis cerana*) sebesar 25,61% diikuti oleh lebah lanceng (*Trigona laeviceps*) 24,17% keduanya dari familia Apidae dan yang paling rendah adalah *Ropalidia romandi* (Vespidae) yang hanya ditemukan 2 individu (Widhiono dan Sudiana, 2015a). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa setiap tanaman dikunjungi oleh lebih dari satu spesies serangga penyerbuk. Komposisi spesies serangga penyerbuk antar spesies tanaman pertanian yang diamati secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini dibuktikan dengan nilai indeks kesamaan serangga penyerbuk yang lebih besar dari 80% antar tanaman pertanian yang diamati.



Gambar 2. Dendrogram Kesamaan Spesies Serangga Penyerbuk antar Tanaman Pertanian di Lereng Gunung Slamet (Widhiono dan Sudiana, 2015).

Pada gambar 2, di atas nampak bahwa terjadi pengelompokan kesamaan spesies serangga penyerbuk yang berdekatan yaitu kelompok stroberi, buncis, kedelai dan kacang panjang, kelompok mentimun, dan waluh dan kelompok tomat dengan cabai. Hal ini disebabkan oleh kemiripan bentuk bunga antar spesies kecuali bunga stroberi.

Penelitian keragaman serangga penyerbuk pada tumbuhan liar menunjukkan bahwa 24 spesies tumbuhan liar dikunjungi oleh sekurang-kurangnya 10 spesies lebah liar dari 4 familia yaitu: familia Apidae (*Ceratina centuncularis* dan *Xylocopa latipes*, *Amegilla cingulata*, *A. zonata*), familia Halictidae (*Nomia melanderi*, *Hyaleus modestus*, dan *Lasioglossum leucozonium*), familia Megachilidae (*Megachile relativa*) dan familia Vespidae (*Ropalidia fasciata*, *R. zonata*) (Widhiono dan Sudiana, 2015b) . Sedangkan serangga penyerbuk yang paling banyak mengunjungi tumbuhan liar adalah *Lasioglossum leucozonium*, yang mengunjungi tigabelas spesies tumbuhan liar.

Tabel 2. Keragaman Serangga Penyerbuk pada Tumbuhan Liar

Jenis Tumbuhan	Spesies Serangga Polinator										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Σ
<i>Barleria elegans</i>					5	4					9
<i>Borreria laevicaulis</i>	6		3		4	2	6	3	4	8	36
<i>Cledomia hirta</i>		4									4
<i>Cleome rutidosperma</i>	4		3	8	6	2	5	2	3	6	39
<i>Euphorbia</i>		9	6	5							20
<i>Hedyotis auricularia</i>									3	7	10
<i>Hiptis capitata</i>			3							5	8
<i>Lantana camara</i>										9	9
<i>Physalis angulata</i>									7	7	14
<i>Rubus parviflorus</i>									9	3	12
<i>Spirae cantoniensis</i>					5	4					9
<i>Tridax procumbens</i>					3	7	3	3			16
<i>Vitis cinerea</i>		3	2								5

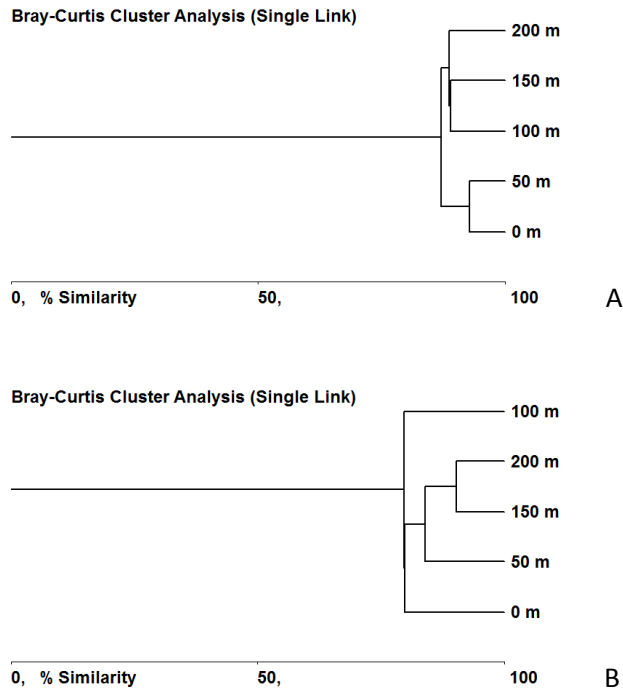
Keterangan : A= *Nomia* sp. B= *Ropalidia fasciata* C= *R. romandi*, D= *Hylaeus modestus*
E= *Amegilla cingulata* F= *Amegilla zonata*, G= *Ceratina centuncularis*
H= *Megachile relativa*, I= *Lasioglossum malachurum* J= *Lasioglossum leucozonium*

Keragaman serangga penyerbuk meningkat pada lahan pertanian stroberi, tomat, dan cabai yang diperkaya dengan empat jenis tumbuhan liar dibandingkan dengan lahan pertanian dengan pembersihan lahan. Hasil penelitian tahun 2013 menunjukan bahwa kombinasi tumbuhan liar *Tridax procumbens* dengan ketiga jenis tanaman pertanian menghasilkan kekayaan spesies tertinggi yaitu 12 spesies, diikuti oleh *Euphorbia heterophylla* dengan 9 spesies, *Cleome rutidospermae* dengan 8 spesies, dan yang terkecil adalah tumbuhan *Borreria laevicaulis* hanya ditemukan 7 spesies. Species serangga penyerbuk yang ditemukan meliputi *Apis cerana*, *Trigona laeviceps*, *Ceratina dupla*, *Amegilla cingulata*, *Xylocopa latipes*, *Lassioglossum malachurum* (Hymenoptera Apidae), *Polytes*

fuscata (Hymenoptera, Vespidae) *Eurema andersoni*, *Catopsyla pomona* (Lepidoptera : Pieridae) *Vanessa cardui* (Lepidoptera : Nymphalidae), *Borbo cinnara* (Lepidoptera : Hesperidae), *Episyrphus balteatus* (Diptera : Syrphidae) (Widhiono, et al., 2016).

Berdasarkan kelimpahan serangga penyerbuk ternyata *A. cerana* mempunyai kelimpahan tertinggi yaitu 23,41 %, diikuti oleh *E. balteatus* sebesar 20,13 %, *L. malachurum* sebesar 12,6% dan yang terendah adalah *V.cardui* hanya sebesar 0,03%. Kejadian yang tidak umum adalah tingginya populasi *E.balteatus* pada penelitian ini. Hal ini disebabkan oleh larva spesies lalat ini merupakan predator *Aphid* (kutu daun) yang banyak terdapat pada ketiga spesies tanaman pertanian tersebut, sehingga populasi dewasanya juga tinggi. Penemuan serangga dewasa pada bunga disebabkan serangga dewasa terutama serangga betina sangat membutuhkan sumber energi dan asam amino yang berasal dari bunga untuk pematangan telurnya.

Keragaman serangga penyerbuk pada lahan pertanian yang berdekatan dengan hutan menunjukkan bahwa semakin dekat dengan hutan keragaman serangga penyerbuknya semakin tinggi pada tanaman stroberi ($H' = 2,008$, $E = 0.72$) dengan prediksi spesies sebesar 16 spesies dengan perhitungan $Chao1= 16$, sedangkan pada tanaman tomat keragaman tertinggi terdapat pada jarak 50 m dari hutan ($H' = 2,298$, $E = 0.95$ dan $Chao1= 11$), keragaman terendah terdapat pada jarak 200 m dari hutan untuk kedua jenis tanaman tersebut (Widhiono dan Sudiana, 2016 b).



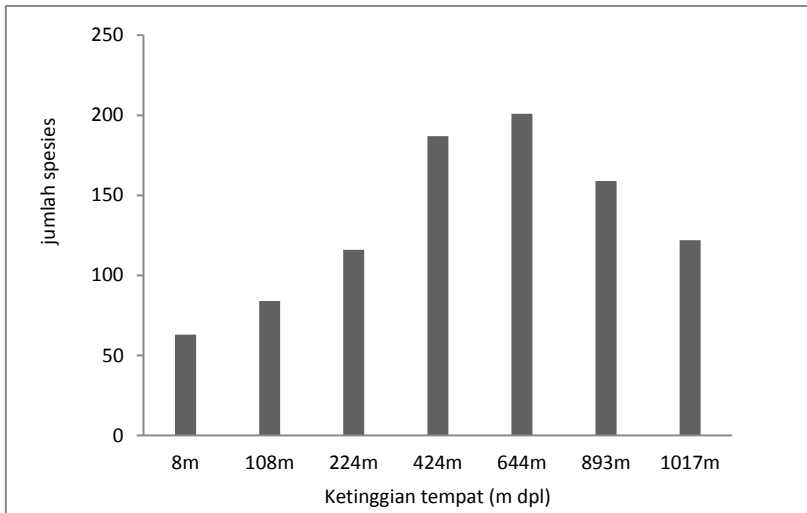
Gambar 3. Dendrogram Kesamaan Spesies Serangga Penyerbuk Antar Jarak dari Hutan pada Tanaman Stroberi (A) dan Tomat (B) berdasar indeks kesamaan Bray-Curtis (Widhiono dan Sudiana, 2016 a).

Keragaman lebah liar penyerbuk pada tanaman buncis pada ketinggian tempat yang berbeda, dari ketinggian 8 m dpl (di atas permukaan laut) sampai ketinggian tempat 1017 m dpl, ditemukan 8 spesies, dan menunjukkan variasi antar ketinggian tempat. Keragaman terbesar dengan 8 spesies dijumpai pada ketinggian sedang sampai tinggi (442–1017 m dpl), dan keragaman terendah ditemukan pada ketinggian rendah (8 m dpl) yang ditemukan hanya 3 spesies. Spesies lebah *Xylocopa latipes*, *X. confusa*, *Apis cerana*, dan *Megachile relative* ditemukan pada semua ketinggian sedangkan *Apis dorsata* dan *Xylocopa caerulea* ditemukan pada ketinggian tempat yang tinggi (Tabel 3).

Tabel 3. Kekayaan Spesies, Kelimpahan dan Keragaman Lebah Liar pada Tanaman Buncis pada Ketinggian Tempat yang Berbeda.

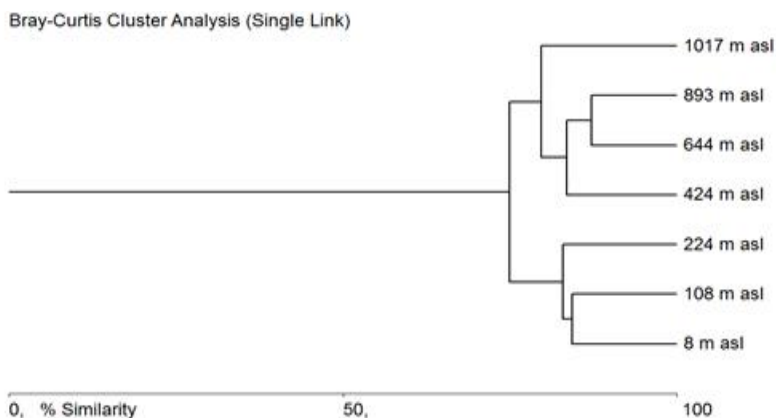
Spesies	Ketinggian tempat (m dpl)							Kelimpahan	Relative (%)
	8	108	224	424	644	893	1017		
<i>Xylocopa latipes</i>	18	26	25	27	26	22	16	160	17,16
<i>Xylocopa confusa</i>	15	14	19	44	26	19	23	160	17,16
<i>Xylocopa caerulea</i>	0	0	0	15	29	31	22	97	10,4
<i>Apis cerana</i>	20	23	37	44	38	27	0	189	20,2
<i>Apis dorsata</i>	0	0	0	21	26	16	11	74	7,9
<i>Amegilla cingulata</i>	1	4	11	8	22	13	17	76	8,1
<i>Megachile relativa</i>	9	10	11	16	20	18	19	103	11,05
<i>Lssioglossum malachurum</i>	0	7	13	12	14	13	14	73	7,8
Kelimpahan	63	84	116	187	201	159	122	932	
Relative (%)	6,7	9,01	12,44	20,06	21,56	17,06	13,09		
Mean temperatur °C	34,3	32,5	31,2	30,4	29,8	29	28,7		
Spesies	5	6	6	8	8	8	7		
Shannon_H	1,408	1,622	1,684	1,93	2,045	2,035	1,919		
Simpson_1-D	0,740	0,778	0,7944	0,8361	0,8665	0,8634	0,8498		
Evenness_e^H/S	0,817	0,843	0,897	0,860	0,966	0,956	0,973		

Antar ketinggian tempat menunjukkan bahwa kenaikan ketinggian tempat menyebabkan kenaikan keragaman serangga penyerbuk (Indeks Shannon-Wiener (H') = 1,4, dominansi (D) = 0,25, evenness (E) = 0,78 pada dataran rendah meningkat menjadi H' = 2,04, D = 0.13, E = 0,96 pada dataran tinggi. Selain itu jumlah spesies lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding dataran rendah. Penyebaran lebah liar ternyata berhubungan dengan ketinggian tempat (Gambar 4).



Gambar 4. Jumlah Spesies Lebah Liar pada Tanaman Buncis antar Ketinggian Tempat. (Widhiono, 2016)

Kesamaan struktur komunitas lebah liar penyerbuk tanaman buncis antar ketinggian tempat menunjukkan terjadinya 2 pengelompokan yaitu kelompok dataran rendah (8 -224 m dpl) dan kelompok dataran tinggi (424-893 m dpl).



Gambar 5. Dendrogram Kesamaan Spesies Serangga Penyerbuk antar ketinggian tempat. (Widhiono, 2016)

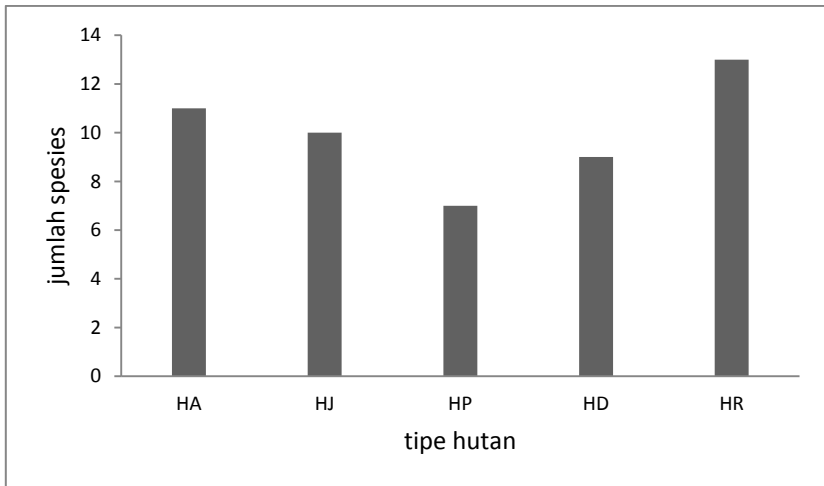
2) Keragaman Serangga Penyerbuk pada Habitat Hutan.

Penelitian serangga penyerbuk pada habitat hutan dilakukan sejak tahun 2012 sampai dengan tahun 2014 yang meliputi hutan alam , hutan tanaman (pinus, damar dan jati), serta hutan rakyat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman serangga penyerbuk tertinggi terdapat pada habitat hutan rakyat dengan 13 spesies, diikuti oleh habitat hutan alam dengan 11 spesies, hutan jati 10 spesies, hutan damar 9 spesies dan terkecil pada hutan pinus hanya ditemukan 7 spesies. (Tabel 4.)

Tabel 4. Keragaman dan Kelimpahan Serangga Penyerbuk pada Lima Tipe Hutan di Lereng Gunung Slamet dan sekitarnya.

Familia	Spesies	HA	HJ	HP	HD	HR	Rata ²
Apidae	<i>A. cerana</i>	78	50	19	21	50	72,6
	<i>A. dorsata</i>	37	12	0	0	0	16,3
	<i>T. laeviceps</i>	60	47	0	0	47	51,3
	<i>A. cingulata</i>	4	4	0	4	7	6,3
	<i>A. zonata</i>	8	7	4	3	6	9,3
	<i>N. melandri</i>	3	3	2	5	5	6
	<i>X. confusa</i>	0	0	0	0	11	3,66
	<i>C. nigrolateralis</i>	5	3	0	9	4	7
Megachilidae	<i>M. relativa</i>	15	16	11	11	12	21,6
Halictidae	<i>L. malachurum</i>	0	0	7	0	6	4,3
	<i>L. leucozonium</i>	0	0	8	0	13	7
	<i>Ropalidia fasciata</i>	0	0	0	3	3	2
Vespidae	<i>D. companiforne</i>	10	9	0	4	1	8
	<i>P. fuscata</i>	7	10	7	6	6	12
Colectidae	<i>H. modestus</i>	2	0	0	0	0	0,66
	Species	11	10	7	9	13	
	Shannon H'	1,80	1,8	1,76	1,96	2,04	
	Simpsons (D)	0,217	0,202	0,183	0,160	0,178	
	Evenness E	0,752	0,806	0,907	0,896	0,799	

Keterangan : HA=Hutan Alam, HJ=Hutan Jati, HD=Hutan Damar, HP=Hutan Pinus dan HR=Hutan Rakyat



Gambar 6. Jumlah Spesies serangga penyerbuk pada habitat hutan di Gunung Slamet. (keterangan : HA= hutan alam, HJ= hutan jati HP=hutan pinus, HD=hutan damar dan HR=hutan rakyat) (Widhiono et al., 2106b).

Hasil penelitian yang dilakukan di kawasan Gunung Slamet dan sekitarnya, sesuai dengan hasil penelitian Liow *et al.* (2001), yang menemukan kelimpahan lebah liar dari famili Apidae lebih tinggi pada hutan alam dibanding dengan habitat hutan yang lain. Namun demikian, penemuan keragaman serangga penyerbuk yang cukup tinggi di hutan alam di Gunung Slamet, bertentangan dengan hasil penelitian Hegland *et al.* (2009), yang menemukan kelimpahan dan keragaman serangga penyerbuk khususnya dari lebah liar yang tinggi pada habitat terbuka diikuti dengan agroforestry sistem dan terkecil pada hutan primer. Pada penelitian yang dilakukan di hutan Gunung Slamet dan sekitarnya ditemukan lebah hutan *Apis dorsata* yang hanya ditemukan di hutan alam dan hutan jati. Hal ini berkaitan dengan kebiasaan bersarang lebah ini yang membutuhkan pohon yang tinggi (Tan, 2007). Menurut Tscharntke *et al.*, (2005) walaupun habitat terbuka lebih banyak menyediakan sumber pakan bagi lebah,

namun demikian lebah lebih sering melakukan penjelajahan antar habitat untuk mendapatkan beragam sumber daya yang dibutuhkan.

Keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk antar tipe hutan menunjukkan bahwa hutan rakyat mampu mendukung keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk. Hal ini disebabkan oleh adanya struktur pohon yang tidak teratur yang menghasilkan variasi keterbukaan tajuk pohon sehingga meningkatkan cahaya matahari mencapai dasar atau lantai hutan. Kondisi demikian akan meningkatkan keragaman tumbuhan liar serta bunga yang dibutuhkan sebagai sumber pakan serangga penyerbuk (Potts *et al.*, 2010; Bruna and Ribeiro, 2005).



Apis cerana



Apis dorsata



Trigona laeviceps



Ceratina dupla



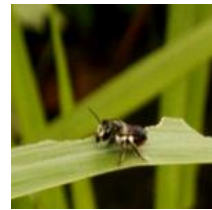
Xylocopa caerulea



Xylocopa confusa



Xylocopa latipes



Hyaleus modestus



Lassioglossum malachurum



Lassioglossum leucozonium



Megachile cetuncularis



Megachilla relativa

Imam Widhiono, dkk.



Campsomeris plumipes



Augochlora sp



Amegilla zonata



Amegilla burnensis



Nomia melanderi



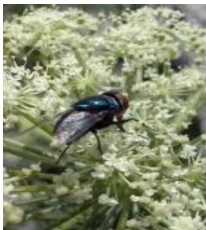
Delta companiforme



Ropalidia fasaciata



Ropalidia romandi



Lalat punggung hijau



Musca domestica



Episyrphus balteatus



Sphaeropira scripta



Syrphus torvus



Crysdina polita



Borbo cinara

Gambar 7. Serangga Penyerbuk yang Ditemukan di Lereng Gunung Slamet selama penelitian (Koleksi pribadi)

1. Perbandingan Keragaman Serangga Penyerbuk di Beberapa Tempat dan Lahan Pertanian di Jawa.

Keragaman serangga penyerbuk di pulau Jawa dikaji berdasarkan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan. Berdasarkan pustaka yang ditemukan penelitian tentang keragaman serangga penyerbuk di Jawa meliputi Jawa Barat (Atmowidi et al, 2007, Kahono, dan Erniwati, 2014, Rianti dkk, 2010), di Jawa Tengah/Yogyakarta (Baskorowati, 2011), di Jawa Timur (Apituley, dkk. 2011, Purwatiningsih, dkk. 2012). Namun demikian beberapa penelitian tidak mendeskripsi hasil penemuan serangga penyerbuk sampai tingkat spesies, hal ini kemungkinan disebabkan oleh kesulitan identifikasi spesies.

Berdasarkan pada jenis tanaman yang diteliti, penelitian serangga penyerbuk dilakukan pada berbagai tanaman, antara lain : Caisim (*Brasica rapa*) (Atmowidi et al, 2007), tanaman sayuran (Kahono dan Erniwati, 2014), jarak pagar (*Jatropha curcas*) (Rianti dkk, 2010), tumbuhan liar (Erniwati dan Kahono, 2009), *Santalum album* (Baskorowati. 2011), tumbuhan penutup tanah (Purwatiningsih, 2012) dan tanaman apel (*Malus silvestris*) (Apituley dkk 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pada semua lokasi di Jawa, serangga penyerbuk didominasi oleh serangga Ordo Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera dan Coleoptera (Tabel 5)

Tabel 5. Keragaman Serangga Penyerbuk pada Tingkat Spesies di Jawa.

Ordo	Familia	Spesies	Lokasi		
			Jabar	Gn Slamet	Jatim
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis cerana</i>	v	v	v
		<i>Apis dorsata</i>	v	v	v
		<i>Trigona laeviceps</i>	v	v	v
		<i>Amegilla cingulata</i>		v	n
		<i>Amegilla zonata</i>		v	n
		<i>Amegilla burnensis</i>	v		n
		<i>Amegilla cyrtandrae</i>	v		n
		<i>Amegilla</i> sp.	v		n
		<i>Xylocopa latipes</i>	v	v	v
		<i>Xylocopa confusa</i>	v	v	v
		<i>Xylocopa caeruleus</i>	v	v	v
		<i>Ceratina</i> sp.	v	v	v
		<i>C. negrolateralis</i>	v	v	v
		<i>C. smaragdina</i>	v		n
	Bombidae	<i>Bombus rufipes</i>	v		n
		<i>Bombus</i> sp.	v		n
	Megacillidae	<i>Megachille relativa</i>	v	v	n
		<i>M.centuncularis</i>	v	v	n
		<i>Megachile</i> sp.	v		n
		<i>M. umbripennis</i>	v		n
	Halictidae	<i>Lassioglossum malachurum</i>		v	n
		<i>L. leucozonium</i>		v	n
		<i>Augochlora</i> sp		v	n
		<i>Nomia melanderi</i>	v	v	n
	Colletidae	<i>Hylaeus modestus</i>	v	v	n
	Scoliidae	<i>Campsomeris plumipes</i>	v	v	v
		<i>C. leefmansi</i>	v		n
		<i>C. asiata</i>	v		n
		<i>Scolia</i> sp.	v		n
		<i>Bembecinus pallidicinctus</i>	v		n
	Sphecidae	<i>Trogospidia</i> sp	v		n
	Vespidae	<i>Ropallidia romandi</i>		v	n
		<i>R. fasciata</i>		v	n
		<i>Delta companiforme</i>		v	n
		<i>Syrphus torvus</i>	v	v	v
Diptera	Syrphidae	<i>Spaherophoria scripta</i>	v	v	v
		<i>Syrphus balteatus</i>	v	v	v
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Crhysdina polita</i>		v	n
Lepidoptera	Nymphalidae				
	Pieridae	<i>Eurema hecabe</i>	v	v	v
		<i>Catopsilia pomona</i>	v	v	v
		<i>Catopsilia pyranthe</i>	v	v	v
	Hesperiidae	<i>Borbo cinnara</i>		v	

Pada tabel 5. di atas menunjukkan bahwa beberapa spesies serangga penyerbuk ditemukan di tiga wilayah, sedangkan serangga lain hanya ditemukan pada suatu lokasi. Dari Ordo Hymenoptera, familia Apidae terutama genus *Apis*, dan genus *Xylocopa*, demikian juga dari ordo Diptera, familia Syrphidae ditemukan di seluruh wilayah. Hal ini disebabkan oleh sifat serangga-serangga tersebut yang merupakan serangga yang kosmopolitan dan merupakan penyerbuk generalis. Spesies lain sangat terbatas informasinya, karena beberapa penelitian tidak sampai pada identifikasi spesies. Namun demikian hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa di pulau Jawa masih terdapat keragaman serangga penyerbuk yang cukup tinggi.

BAB III. NILAI PENTING KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK

3.1. Nilai Penting Keragaman Serangga Penyerbuk Bagi Ekosistem

Serangga penyerbuk mempunyai peran penting di dalam ekosistem alamiah terutama dalam membantu penyerbukan tumbuhan liar. Mempertahankan keragaman komunitas serangga penyerbuk merupakan cara yang tepat untuk mengatasi kekurangan serangga penyerbuk di alam karena setiap spesies serangga penyerbuk mempunyai cara hidup dan kepekaan lingkungan yang berbeda sehingga akan memberikan stabilitas ruang dan waktu yang besar dan mampu menjaga keberlangsungan layanan jasa ekosistem di alam (Winfree and Kremen 2009; Garibaldi *et al.* 2011).

Peningkatan stabilitas fungsional akan memberikan suatu jejaring pengaman terutama pada saat terjadi kelangkaan serangga penyerbuk komersial seperti lebah madu atau terjadi perubahan lingkungan yang ekstrim (Winfree *et al.* 2007, Winfree dan Kremen. 2009). Selanjutnya, adanya kombinasi dari berbagai spesies serangga penyerbuk akan menjamin terjadinya keberhasilan penyerbukan dibandingkan hanya dengan satu spesies serangga, karena keragaman spesies serangga penyerbuk akan menghasilkan keragaman ruang dan waktu penyerbukan serta terjadinya keragaman tingkah laku serangga penyerbuk dalam aktivitas pencarian pakan yang akan saling melengkapi satu dengan lainnya (Hoehn *et al.* 2008, Blüthgen dan Klein 2011, Brittain *et al.* 2013). Kemampuan keragaman serangga penyerbuk sebagai jejaring pengaman penyerbukan serta meningkatkan kemampuan menyerbuk sangat bergantung pada kemampuan komunitas untuk berfungsi pada berbagai kondisi lingkungannya (Kremen 2005).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengamati secara kasar dampak waktu dan tempat terhadap serangga penyerbuk seperti dampak habitat, tempat, dan musim. Widhiono et al., (2016) dalam penelitiannya pada tiga tipe hutan tanaman di Gunung Slamet menemukan bahwa terjadi perubahan keragaman serangga penyerbuk dari ordo Hymenoptera baik antar habitat maupun antar musim. Namun demikian masih sangat sedikit penelitian yang dilakukan untuk mengamati bagaimana faktor ruang dan waktu yang lebih kecil seperti tingginya letak bunga dan posisi bunga dalam pohon berpengaruh terhadap aktivitas kunjungan serangga. Penelitian tersebut sebenarnya sangat penting dilakukan untuk mengetahui ketahanan fungsional dan saling mengisi relung ekologi dalam komunitas serangga penyerbuk yang akan dapat digunakan untuk memprediksikan kemampuan ekosistem dalam memberikan layanan penyerbukan (Kremen and Ostfeld 2005; Blüthgen and Klein 2011). Penelitian yang menggambarkan arsitektur suatu individu serangga penyerbuk yang saling melengkapi dalam suatu individu tanaman atau gambaran adanya kecenderungan perbedaan spesies serangga pengunjung bunga pada setiap bunga yang berbeda letaknya dalam satu tanaman, masih belum banyak dilakukan, padahal informasi tersebut sangat penting untuk program peningkatan peran serangga dalam penyerbukan tanaman (Blüthgen and Klein 2011).

Bunga pada suatu tanaman biasanya menunjukkan perbedaan morfologis, fenologis, dan fisiologis sehingga akan mempengaruhi kehadiran spesies serangga penyerbuk pada bunga. Selain itu faktor lain yang memengaruhi adalah ukuran bunga, warna bunga, waktu bunga mekar, serta bentuk bunga dan kesesuaian dengan bunga di

sekitarnya. Hasil penelitian tingkat kunjungan dan keragaman serangga penyerbuk berdasarkan warna bunga menunjukkan bahwa preferensi lebah terhadap warna bunga di Hutan Pendidikan Konservasi Gunung Tugel Banyumas yaitu pada bunga berwarna ungu dilihat dari frekuensi kunjungannya sebanyak 56 individu (44%) namun demikian keragaman lebah yang paling tinggi terdapat pada bunga berwarna kuning ditunjukkan dengan banyaknya jumlah spesies yang berkunjung yaitu 4 spesies lebah sebanyak 45 individu (37%) (Widhiono *et al.*, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap spesies serangga penyerbuk khususnya lebah liar mempunyai kecenderungan menyukai warna bunga tertentu yaitu warna kuning yang dikunjungi oleh 4 spesies dibanding warna lain (Tabel 6). Pada ekosistem pertanian dengan keragaman warna bunga akan meningkatkan jumlah spesies serangga yang berkunjung.

Tabel 6. Keragaman Serangga Penyerbuk Berdasarkan Warna Bunga.

Spesies Lebah	Warna bunga				Total
	Ungu	Kuning	Putih	Merah	
<i>Xylocopa latipes</i>	29	23	-	-	52
<i>Xylocopa confusa</i>	11	3	-	-	14
<i>Megachile</i> sp.	16	-	-	-	16
<i>Megachile centuncularis</i>	-	-	4	-	4
<i>Lasioglossum malachurum</i>	-	4	1	-	5
<i>Amegilla cingulata</i>	-	15	19	2	36
Frekuensi Kunjungan Lebah	56	45	24	2	127

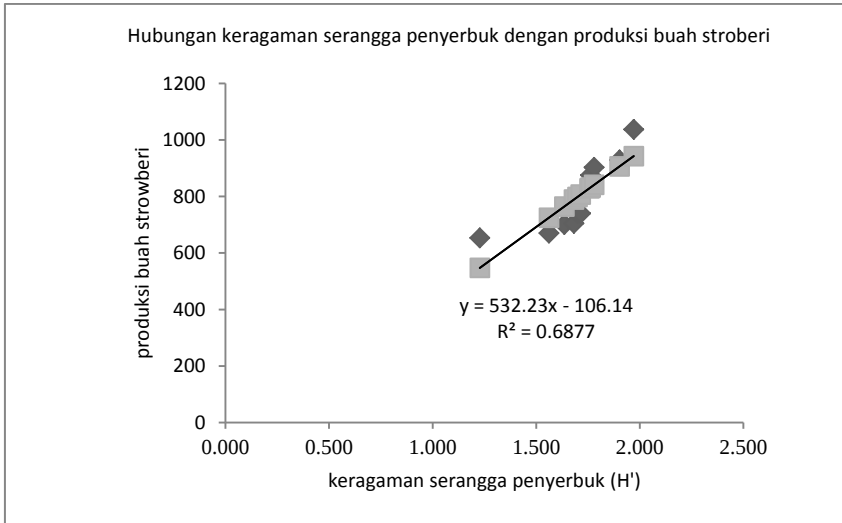
Perbandingan preferensi serangga penyerbuk terhadap tanaman maupun bagian bunga antar lokasi dalam waktu, ruang dan fenologi yang berbeda perlu dilakukan untuk membuktikan pentingnya peran saling menunjang dari keragaman serangga penyerbuk (Blüthgen and Klein 2011).

Peran suatu serangga penyerbuk dalam menghasilkan buah dan biji juga sangat bervariasi antar spesies dan sangat dipengaruhi oleh morfologi, ukuran, dan perilaku pencarian pakan serangga pada suatu tanaman (Sahli and Conner 2007). Peran keragaman serangga penyerbuk sangat nyata pada spesies tumbuhan yang mempunyai bunga yang tidak mampu menyerbuk sendiri, yakni pembentukan buah dan biji sangat bergantung pada suplai tepung sari dari bunga lain dari individu tumbuhan lain. Pada beberapa spesies tumbuhan, pergantian serangga yang berkunjung akan memberikan keuntungan karena akan lebih banyak mendapatkan tepungsari dari bunga lain yang akan meningkatkan peluang terjadinya pembuahan. Satu spesies serangga penyerbuk akan melengkapi kunjungan serangga penyerbuk yang lain.

3.2. Nilai Penting Keragaman Serangga Penyerbuk Bagi Produksi Pertanian

Di dalam system pertanian, keragaman serangga penyerbuk akan memberikan keuntungan melalui tiga cara yaitu :

- 1) Keragaman serangga penyerbuk secara langsung akan meningkatkan hasil buah dan pembentukan biji atau produktivitas tanaman seperti digambarkan pada tanaman tomat, cabe dan stroberi (Widhiono *et al.*, 2016a).



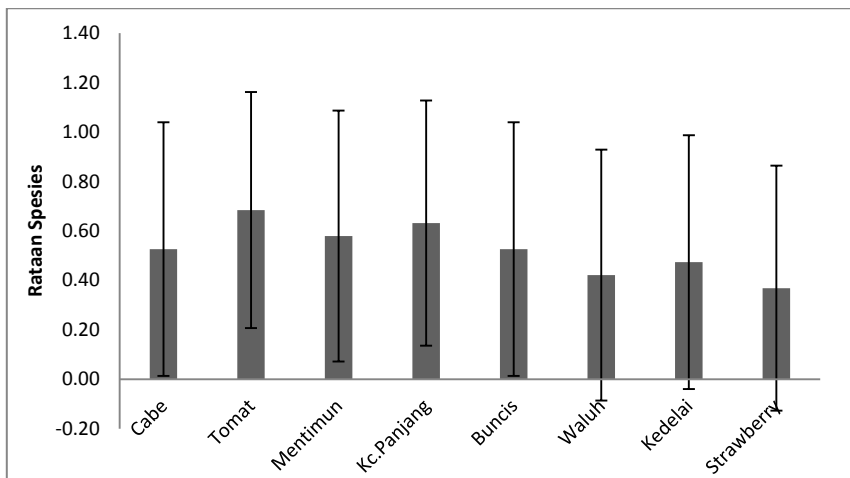
Gambar 8. Hubungan Antara Keragaman Serangga Penyerbuk dengan Produksi Buah Stroberi (Widhiono et al 2016a)

- 2) Keragaman serangga penyerbuk akan menghasilkan kestabilan dalam layanan jasa penyerbukan terutama apabila penyerbuk utama populasinya menurun.
- 3) Keragaman serangga penyerbuk akan meningkatkan efisiensi tiap kunjungan serangga penyerbuk.

Hubungan positif antara keragaman serangga penyerbuk dengan penyerbukan bunga dapat dijelaskan oleh adanya fungsi yang saling melengkapi antar spesies serangga penyerbuk. Di dalam suatu ekosistem, fungsi saling melengkapi terjadi apabila berbagai spesies mempunyai peran terhadap suatu fungsi bersama seperti dalam kasus penyerbukan. Misalnya, aktivitas pencarian pakan serangga penyerbuk saling melengkapi penyerbukan karena adanya perbedaan waktu dalam hari maupun musim, atau antar tanaman atau jenis bunga. Suatu spesies serangga penyerbuk mempunyai efektivitas penyerbukan yang berbeda dari spesies lain yang berarti

Imam Widhiono, dkk.

menunjang keberhasilan penyerbukan dalam satu kali kunjungan terhadap satu bunga pada suatu spesies tanaman. Dengan demikian, semakin beragam serangga penyerbuk yang ada akan meningkatkan efisiensi penyerbukan pada suatu habitat. Hasil penelitian Widhiono dan Trisucianto (2011) pada lahan pertanian tanaman cabe, tomat dan stroberi menunjukkan hubungan yang positif antara peningkatan keragaman serangga penyerbuk dengan produksi buah yang dihasilkan. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman kecipir, buncis, dan kacang panjang (Widhiono dan Sudiana, 2013).



Gambar 9. Rataan keragaman spesies serangga penyerbuk yang mengunjungi berbagai tanaman pertanian (Widhiono dan Sudiana 2015a).

Keragaman serangga penyerbuk pada suatu habitat pertanian berhubungan dengan peningkatan keberhasilan penyerbukan tanaman sebagai hasil dari pemanfaatan sumber daya yang saling melengkapi yang disebabkan oleh adanya variasi morfologi dan tingkah laku diantara spesies yang ada. Serangga penyerbuk yang berbeda akan mengunjungi bagian yang berbeda di dalam bunga,

atau bunga yang berbeda dalam satu tanaman sehingga akan meningkatkan jumlah dan mutu penyerbukan yang terjadi.

Serangga penyerbuk yang bukan kelompok lebah umumnya mempunyai aktivitas penyerbukan yang banyak sepanjang hari sehingga mampu menyerbuki tanaman pada waktu yang berbeda-beda sepanjang hari. Hal tersebut akan melengkapi peran penyerbukan yang dilakukan oleh kelompok lebah. Selain itu kelompok penyerbuk ini akan melengkapi layanan penyerbukan ketika lebah tidak mampu melakukan aktivitas pada saat cuaca buruk. Dalam kondisi tertentu, serangga penyerbuk bukan lebah lebih efisien dalam memindahkan tepungsari bunga karena mempunyai daerah edar yang lebih luas dibandingkan dengan kelompok lebah. Pemindahan tepungsari bunga yang luas ini akan meningkatkan keragaman genetik pada suatu bentang lahan pertanian. Namun demikian, hasil penelitian keragaman serangga penyerbuk bukan lebah masih sangat sedikit. Hasil penelitian Widhiono dan Trisucianto (2011) pada lahan pertanian ditemukan berbagai spesies serangga penyerbuk bukan lebah, terutama dari Ordo Diptera, Lepidoptera, Coleoptera, dan Hymenoptera .

Keuntungan yang diberikan oleh keragaman serangga penyerbuk pada lahan pertanian adalah adanya jaminan dampak yang berwujud keamanan penyerbukan, terutama pada saat terjadi penurunan serangga penyerbuk utama. Beberapa mekanisme telah dipakai untuk memperkirakan dan menjelaskan dampak keragaman serangga penyerbuk terhadap peningkatan dan kestabilan penyerbukan. Salah satunya adalah adanya perbedaan tanggapan setiap spesies terhadap berbagai perubahan kondisi lingkungan.

Secara ringkas hubungan positif antara keragaman serangga penyerbuk dengan keberhasilan penyerbukan tanaman pertanian meliputi;

- 1) dampak seleksi, yaitu semakin banyak spesies serangga penyerbuk akan semakin efektif penyerbukan pada tanaman pertanian,
- 2) fasilitasi fungsi antar spesies, yakni semakin banyak spesies serangga penyerbuk semakin tinggi peluang untuk saling memperkuat peran penyerbukan,
- 3) fungsi saling melengkapi melalui mekanisme pemanfaatan relung ekologis antar waktu dan ruang.

BAB IV. METODE PENGAMBILAN DATA KERAGAMAN SERANGGA PENYERBUK DAN ANALISISNYA

4.1. Metode Sampling Serangga Penyerbuk

Untuk melakukan penelitian keanekaragaman serangga penyerbuk, salah satu hal penting yang pertama harus dilakukan adalah ketepatan melakukan sampling. Terdapat beberapa metode sampling yang telah dipergunakan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk pada tumbuhan bawah naungan dan tanaman pertanian di berbagai jenis habitat (Dafni *et al.*, 2005).

Secara garis, besar metode sampling dikelompokkan menjadi dua, yaitu metode aktif dan metode pasif. Metode aktif yang paling sering dipergunakan adalah metode sensus yaitu metode pencacah sederhana melalui *transect walks* atau *observation plots* (Cane *et al.*, 2006, Westphal *et al.*, 2006). Adapun metode pasif yang paling umum digunakan adalah metode perangkap panci (Cane *et al.*, 2000, Thomas 2005) dan jebakan sarang (Tylianakis *et al.*, 2005, Buschini 2006).

Menurut Cane (2001) metode sensus mempunyai keunggulan karena dapat sekaligus melakukan pengamatan jenis bunga yang dikunjungi serangga. Namun demikian, metode ini membutuhkan waktu lama dan keahlian pensurvei apabila serangga yang tertangkap langsung diidentifikasi. Sebaliknya, metode pasif dengan perangkap panci (*pan traps*) maupun perangkap sarang (*nest traps*) mempunyai keunggulan, yaitu lebih sederhana dan tidak membutuhkan keahlian pensurvei. Kelemahan metode ini adalah terjadinya kerancuan takson atau jenis serangga yang tertangkap, hal

Imam Widhiono, dkk.

ini disebabkan oleh kecenderungan hanya serangga penyerbuk berukuran kecil yang tertangkap sehingga tidak dapat menggambarkan keragaman serangga penyerbuk dengan ukuran tubuh yang lebih besar. Namun demikian, menurut Brosi *et al.*, (2008) metode perangkap panci sangat tidak efektif diterapkan di daerah tropis. Sedangkan perangkap sarang hanya efektif untuk serangga penyerbuk yang mempunyai sarang berbentuk lubang (Dafni *et al.* 2005).

Di Indonesia, metode sampling serangga penyerbuk menggunakan metode transek berjalan dengan kombinasi petak pengamatan atau biasa disebut *scan sampling*. Hal ini disebabkan karena metode perangkap panci (*pan traps*) maupun perangkap sarang (*nesting traps*) tidak efektif untuk serangga penyerbuk bawah naungan di hutan tropis (Brosi *et al.*, 2008). Metode pengambilan sampel serangga penyerbuk yang dapat dipergunakan di Indonesia meliputi metode transek berjalan, petak observasi, dan jaring serangga secara rinci dijelaskan berikut ini.

4.1.1. Metode Transek Berjalan

Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk memperkirakan keragaman serangga penyerbuk yang mengunjungi bunga pada suatu habitat. Metode ini dapat diterapkan pada habitat pertanian, lahan sekitar pertanian, hutan dan pekarangan. Adapun cara kerjanya adalah sebagai berikut

- 1) Garis transek ditetapkan dengan lebar 5 m dan panjang transek antara 30-100 m tergantung luasan habitat yang akan disampling.
- 2) Surveyor berjalan sepanjang garis transek dengan kecepatan rendah dan mengamati serangga yang

mengunjungi bunga tanpa mengganggu serangga yang mengunjungi bunga.

- 3) Serangga yang ditemukan dicatat baik spesies maupun jumlahnya, dan jika kesulitan, maka serangga difoto.
- 4) Pengamatan serangga penyerbuk dilakukan mulai pukul 6.00-9.00
- 5) Pengamatan serangga diulang antara pukul 13.00-16.00

Metode transek berjalan dapat dikombinasikan dengan metode jaring serangga. Jaring serangga terutama digunakan untuk menangkap serangga penyerbuk yang berada pada suatu habitat. Penggunaan jaring serangga harus dilakukan pada tahapan terakhir dari rangkaian sampling, karena bisa merusak bunga sehingga akan memengaruhi hasil (Widhiono dan Sudiana, 2015a)

4.1.2. Metode Pengamatan Tingkah Laku Serangga Penyerbuk

Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengetahui tingkah laku setiap serangga penyerbuk yang mengunjungi bunga pada suatu tumbuhan pada suatu habitat. Data yang dihasilkan pada pengamatan ini meliputi aktivitas harian, frekwensi kunjungan, pembagian relung ekologi, serangga penyerbuk baik spesies maupun komunitas. Adapun cara kerja metode ini adalah sebagai berikut

- 1) petak sampling ditetapkan di dalam transek yang dipergunakan pada metode traksek berjalan.
- 2) Petak pengamatan dibuat berukuran 1 x 1 m
- 3) Pengamatan dilakukan tiga kali dalam 1 hari yaitu mulai pukul 7.00-8.00, pukul 11.00-12.00 dan pukul 14.00-15.00 wib

- 4) Tingkah laku serangga penyerbuk diamati dan dicatat yang meliputi waktu kunjungan bagian yang dikunjungi, lama waktu kunjungan dan jumlah kunjungan dalam satu hari.
- 5) Pengamatan terfokus pada satu spesies serangga atau komunitas serangga
- 6) Pada penelitian yang dilakukan oleh Widhiono *et al.*, (2016) untuk mengamati tingkah laku serangga pada bunga tanaman tomat, buncis, dan stroberi pengamatan menggunakan kamera perekam mini. Kamera perekam di arahkan kepada satu bunga, aktivitas serangga yang datang pada satu bunga terekam. Hasil rekaman dipindahkan ke laptop dan didisripsikan waktu, dan jenis serangganya. Kamera digunakan pada pagi hari (6.00-8.00), siang hari (12.00-14.00), dan sore hari (15.00-17.00)

4.1.3. Pengamatan Aktivitas Pencarian Pakan Serangga Penyerbuk.

Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengetahui jenis tumbuhan yang dikunjungi oleh suatu serangga penyerbuk. Adapun cara kerja metode ini adalah sebagai berikut

- 1) Menentukan jenis serangga yang akan diamati,
- 2) Mengidentifikasi jenis tumbuhan yang ada,
- 3) Mengamati kunjungan serangga penyerbuk pada seluruh tumbuhan yang ada,
- 4) Mencatat semua serangga yang ditemukan pada seluruh tumbuhan,
- 5) Pengamatan tepung sari yang dibawa oleh setiap serangga,
- 6) Mencocokkan bentuk tepung sari dengan bentuk tepungsari tumbuhan yang ada.

4.1.4. Pengamatan Efektivitas Serangga Penyerbuk

Tujuan penelitian efektivitas serangga penyerbuk adalah untuk mengetahui pengaruh kehadiran suatu serangga penyerbuk terhadap keberhasilan penyerbukan . Keberhasilan penyerbukan adalah jumlah tepungsari yang mencapai kepala putik yang dapat dihitung dengan cara berapa jumlah tepung sari yang mencapai kepala putik yang disebabkan oleh kehadiran serangga atau berapa jumlah biji yang terbentuk atau berapa jumlah buah yang terbentuk. Klatt *et al.*, (2013) menambahkan kualitas buah dihasilkan sebagai ukuran efektivitas penyerbukan. Adapun cara kerja metode ini adalah sebagai berikut

- 1) Menentukan bunga yang akan diukur efektivitas penyerbukannya
- 2) Menentukan serangga yang akan diukur efektivitasnya.
- 3) Memilih bunga sebagai pembanding dengan cara ditutup dengan kain kasa, supaya tidak ada serangga yang berkunjung
- 4) Memilih bunga yang dibiarkan terbuka supaya dikunjungi serangga penyerbuk.
- 5) Membiarkan kedua kelompok bunga sampai terbentuk buah.
- 6) Menghitung jumlah biji pada buah yang terbentuk dan menimbang buah yang dihasilkan.
- 7) Membandingkan jumlah biji dan berat buah kedua kelompok.

4.1.5. Sampling Fenologi Tanaman

Dalam kanjian keragaman serangga penyerbuk, sampling fenologi tanaman termasuk fenology pembungaan sangat penting dilakukan. Hal ini berhubungan dengan kebutuhan informasi tentang hubungan antara waktu pembungaan harian, waktu pembungaan musiman, jumlah bunga per tanaman, jumlah bunga mekar per hari, yang dihubungkan dengan keragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk yang ada. Cara kerja metode ini adalah sebagai berikut

1) Waktu Pembungaan Harian

Waktu pembungaan harian dilakukan dengan memilih tanaman yang akan diamati. Dipilih kuncup bunga sebanyak 10 tanaman. Setiap kuncup bunga direkam waktu bunga pertama kali mekar sampai bunga menutup di sore hari. Untuk mengkaji hubungannya dengan keragaman serangga penyerbuk maka direkam juga kehadiran serangga penyerbuk pada setiap rentang waktu pengamatan (Widhiono et al., 2016 b)

2) Waktu Pembungaan Musiman

Setiap tanaman mempunyai umur waktu pembungaan yang berbeda. Pengamatan waktu pembungaan musiman dilakukan dengan memilih berbagai jenis tanaman. Pengamatan dilakukan mulai dari waktu tanam. Umur tanaman saat bunga mekar pertama kali dicatat sampai tanaman tidak menghasilkan bunga.

3) Jumlah Bunga per Tanaman dan Jumlah Bunga Mekar per Hari.

Kedua komponen tersebut sangat penting dan menentukan keragaman serangga penyerbuk pada setiap tanaman maupun pada ekosistem, karena kunjungan serangga penyerbuk, kelimpahan maupun keragamannya sangat ditentukan oleh ketersediaan sumber daya (nektar dan tepungsari) yang ada pada bunga. Pengamatan jumlah bunga mekar per hari dilakukan pada setiap tanaman dengan menghitung jumlah bunga yang mekar setiap hari dari jumlah bunga yang ada. Terdapat tipe bunga yang mekar hanya satu hari dan bunga yang mekar lebih dari satu hari. Hasil pengamatan jumlah bunga mekar per hari sampai tanaman tidak berbunga lagi. Pengamatan sebaiknya dilakukan terhadap semua jenis tanaman yang ada dalam setiap plot.

4.2 Analisis data

4.2.1. Analisis Keragaman

Data keragaman lebah liar dianalisis menggunakan software Biodiversity Pro (Mc Alleece *et al.*, 1997), atau EstimateS (Colwell and Coddinton, 1997,) atau PAST (Hammer *et al.*, 2001). Indeks yang dihitung meliputi indeks keragaman Shannon-Wiener, Shannon-Evenness, dan dominansi Simpson serta indeks kesamaan atau indeks Morista - Horn Rumus yang digunakan adalah:

a. Indeks Shannon-Wiener

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

Keterangan :

H' = Indeks keragaman Shanon-Wiener

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah seluruh individu yang tertangkap

b. Indeks Shannon- Evenness

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan :

E = Indeks Kemerataan Shannon-Evenness

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Winner

S = jumlah spesies

c. Indeks dominansi Simpson's

$$D = \sum (P_i)^2$$

Keterangan :

D = Indeks Dominansi

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah seluruh individu yang tertangkap

d. Indeks Kesamaan Morisita Horn

Menurut Magurran, (1988), Untuk mengetahui kesamaan komunitas antar habitat/waktu digunakan analisis kesamaan komunitas menggunakan *Morisita – Horn* :

$$C_{MH} = 2 \sum (a_{ni} \times b_{ni}) / (da + db) aN \times bN$$

Keterangan :

C_{MH} : Koefisien Morisita – Horn

a_{ni} : Jumlah total individu pada tiap-tiap spesies di komunitas a

b_{ni} : Jumlah total individu pada tiap-tiap spesies di komunitas b

aN : Jumlah individu di komunitas a

bN : Jumlah individu di komunitas b

da : $\sum a_{ni}^2 / aN^2$ dan db = $\sum b_{ni}^2 / bN^2$

Dengan Kriteria sebagai berikut :

Id = 0 : Kesamaan Komunitas rendah

Id = 1 : Kesamaan Komunitas tinggi

BAB V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada setiap BAB sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Keragaman serangga penyerbuk yang ditemukan di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya terutama terdiri atas Ordo : Hymenoptera, Diptera, Coleoptera dan Lepidoptera. Serangga penyerbuk yang penting berasal dari super familia Apoidea (kelompok lebah) Ordo Hymenoptera (17 spesies), Vespidae (kelompok tawon) 4 spesies. Ordo Diptera familia Syrphidae antara 3-4 spesies, familia Muscidae antara 3-4 spesies. Ordo Lepidoptera familia Hesperidae 1-2 spesies, familia lain terutama Papilionidae, Nymphalidae dan Pieridae banyak spesies. Ordo Coleoptera yang paling sering dijumpai adalah dari familia Curculionidae.
2. Komposisi serangga penyerbuk yang ditemukan di lereng Gunung Slamet dan sekitarnya tidak berbeda dengan yang ditemukan di bioregion Jawa bagian Barat dan Jawa bagian Timur.
3. Keragaman serangga penyerbuk berhubungan dengan jenis tanaman/tumbuhan, habitat, jarak dari hutan dan ketinggian tempat. Keragaman serangga penyerbuk pada tanaman pertanian berkisar antara 6-11 spesies, pada tumbuhan liar ditemukan 8 spesies lebah liar penyerbuk.
4. Berdasarkan habitatnya keragaman serangga penyerbuk paling tinggi ditemukan hutan rakyat dibanding dengan habitat lain. Hutan merupakan habitat sumber serangga penyerbuk, semakin jauh dari hutan keragaman serangga penyerbuk semakin berkurang.

Imam Widhiono, dkk.

5. Berdasarkan ketinggian tempat, keragaman serangga penyerbuk dari Ordo Hymenoptera tertinggi ditemukan pada ketinggian sedang sampai dibawah 1000 m dpl.

DAFTAR PUSTAKA

- Apituley, FL, Leksono, AS, dan Yanuwiadi, J. 2012. Kajian komposisi serangga polinator tanaman Apel (*Malus sylvestris* mill) di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. *El-hayah* .2 (2): 85-96
- Atmowidi, T, Buchori, D. Manuwoto, S., Suryobroto, B and Hidayat, P. 2007. Diversity of pollinator insects in relation to seed set of mustard (*Brassica rapa* L.: Cruciferae) *HAYATI Journal of Biosciences*. 14 (4):155-161
- Baskorowati, L. 2011. Flowering intensity and flower visitors of *Santalum album* L. At ex-situ conservation plot, Watusipat, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Forestry Research*. 8 (2):130 – 143
- Blüthgen, N., and Klein. A.M. 2011. Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant pollinator interactions. *Basic and Applied Ecology* 12:282–291
- Brittain C, Kremen C, and Klein AM. 2013. Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global Change Biology* 19:540–547
- Brosi, BJ, Daily, G ., Shih, T M. Oviedo, F. and Durán, G. . 2008. The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. *J. Appl. Ecol.* 45: 773–783
- Bruna, E.M. and Ribeiro. M.B.N.2005. The compensatory responses of an understory herb to experimental damage are habitat-dependent. *American Journal of Botany*. 92 (12): 2101–2106.
- Collwel, RK. and Coddington,JA. 1997, EstimateS. Version 13.3. University of Connecticut.
- Corlett, R.T. 2004. Flower visitors and pollination in the Oriental (Indomalayan) Regional Biological Review. 79. 497–532. Cambridge Philosophical Society 497 DOI: 10.1017/S1464793103006341
- Eltz T., Bruhl C.A., Van der Kaars S., Chey V.K., and Linsenmair K.E. 2001. Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. *Insectes Sociaux*. 48. 273–279.

- Eltz, T., Bruhl, C. A., Imiyabir, Z. and Linsenmair, K. E. 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae : Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 172. 301–313.
- Eltz, T., Bruhl, C. A., Van der Kaars, S., and Linsenmair, K. E. 2002. Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. *Oecologia*. 131. 27–34.
- Evenhuis, N. L., Pape, A.C. Pontand, F.C. Thompson (Eds.). 2008. Biosystematic Database of World Diptera, Version 10. <http://www.diptera.org/biosys.htm>,
- Fenster, CB., Armbruster, WS, Wilson, P., Dudash, MR and Thomson, JD. 2004. Pollination Syndromes and Floral Specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 35 : 375-403. DOI: 10.1146 /annurev.ecolsys.34. 011802. 132347
- Fontaine, C., I. Dajoz, J. Meriguet, and M. Loreau. 2006. Functional diversity of plant pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *PLoS Biology* 4:e1.
- Frund, J., Dormann, CF, Holzschuh, A and Tscharrntke, T. 2013. Bee diversity effects on pollination depend on functional complementarity and niche shifts. *Ecology*, 94(9), 2042–2054
- Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, Cunningham SA, and Klein AM. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*. 339:1608-1611
- Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 20 (7)
- Hammer O, Harper, DT, Ryan, PD. 2001, PAST: Palaentological Statistic Software Package for education and data. Nhn2.viu.nu/norlex/past
- Hegland, S. J. and Boeke, L. 2006. Relationships between the density and diversity of floral resources and flower visitor activity in a temperate grassland community. *Ecological Entomology*. 31: 532–538.
- Hegland, S. J, Nielsen A, Lazaro A, Bjerknes A. L, Totland Ø. 2009. How does climate warming affect plant–pollinator interactions? *Ecology Letters* 12: 184–195.

- Hepburn, H.R., Smith, D.R., Radloff, S.E. and Otis, G.W. 2001. Intraspecific categories of *Apis cerana* : morphometric, allozymal and mtDNA diversity. *Apidologie* 32, 3–23.
- Hoehn, P., T. Tscharnkte, J. M. Tylianakis, and I. Steffan-Dewenter. 2008. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the Royal Society B*. 275:2283–2291
- Inoue T., Salmah S., Sakagami S.F., Yamane S., Kato M. 1990. An analysis of anthophilous insects in central Sumatra, in: Sakagami S.F., Ohgushi R., Roubik D.W. (Eds.), *Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra*, Hokkaido University Press, Sapporo, pp. 201–218.
- Inoue T., Yumoto T., Hamid A.A., Lee H.S., Ogino K. (1995) Construction of a canopy observation system in a tropical rainforest of Sarawak, *Selbyana*. 16, 24–35.
- Itioka T., Inoue T., Kiang H., Kato M., Nagamitsu T., Momose K., Sakai S., Yumoto T., Mohamad S.U., Hamid A.A., Yamane S. 2001. Six-year population fluctuation of the giant honey bee *Apis dorsata* F. (Hymenoptera: Apidae) in a tropical lowland dipterocarp forest in Sarawak, *Annual Entomological Society of America*. 94, 545–549.
- Inoue, K. 1993. Evolution of mutualism in plant-pollinator interactions on islands. *Journal of Bioscience* 18: 525–536.
- Kahono, S. 2000. Lebah dan Tawon Penyerbuk di Hutan Tropis Basah Taman Nasional Gunung Halimun dan Distribusinya di Indonesia. Balai Penelitian dan Pengembangan Biologi LIPI. Bogor
- Kahono dan Erniwati, 2014. Keragaman Dan Kelimpahan Lebah Sosial (Apidae) Pada Bunga Tanaman Pertanian Musiman Yang Diaplikasi Pestisida Di Jawa Barat, *Berita Biologi* 13(3) –
- Kato, M., Shibata, A., Yasui, T. and Nagamasu, H. 1999. Impact of introduced honeybees, *Apis mellifera*, upon native bee communities in the Bonin (Ogasawara) islands. *Research of Population Ecology*. 41: 217–228
- Kato, M., Takimura, A. and Kawakita A. 2003. An obligate pollination mutualism and reciprocal diversification in the tree genus *Glochidion* (Euphorbiaceae). *P. Natural Academic of Science. USA* 100: 5264–5267.

- Kato, M. and Kawakita, A. 2004. Plant-pollinator interactions in New Caledonia influenced by introduced honey bees. *American Journal of Botany*. 91: 1814-1827.
- Kato, M. 1996. Plant-pollinator interactions in the understory of a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak. *American Journal of Botany* 83, 732-743.
- Kato, M., Salmah, S and Nagamitsu, T. 1992. Colony cycle and foraging activity of a tropical-montane bumblebee, *Bombus rufipes* (Hymenoptera, Apidae) in Southeast Asia. *Japanese Journal of Entomology* 60, 765-776.
- Kato, M., Shibata, A., Yasui, T and Nagamasu, H. 1999. Impact of introduced honey bees, *Apis mellifera*, upon native bee communities in the Bonin (Ogasawara) Islands. *Researches on Population Ecology* 41, 217-228.
- Kearns, C and Inouye, D. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *BioScience* 47:297-307
- Kearns, C. A., D. W. Inouye, and N. M. Waser. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:83-112.
- Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit I, Pawelzik E, Tscharntke T. 2014 Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proc. R. Soc. B* 281: 20132440. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2440>
- Klein, A.M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. and Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceeding of Royal Society B*. 274, 303-313. (doi:10.1098/rspb.2006.3721)
- Kremen, C. and Ostfeld, R.S. 2005. A call to ecologists: measuring, analyzing, and managing ecosystem services. *Front Ecology and Evolution*. 3. 540-548.
- Kremen, C. 2005 Managing ecosystem services: what do we need to know? *Ecology Letters*. 8, 468-479. (doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00751.x)
- Larson B M H., Kevan P G. and Inouye D W. 2001. Flies and flowers: The taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *Canadian Entomologist* 133(4): 439-465.

- Liow L H., Sodhi N. S and Elmqvist T . 2001. Bee diversity along a disturbance gradient in tropical lowland forests of South-East Asia. *Journal of Applied Ecology*. 38: 180–192.
- Liu FL. and Zhang, XW. 2002. Spatial distribution of foragers, *Apis cerana cerana*. *Zoological Research* 21, 173–175.
- Luzar N. and Gottsberger, G. 2001. Flower heliotropism and floral heating of five alpine plant species and the effect on flower visiting in *Ranunculus montanus* in the Austrian Alps. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 33.(1). 93-99
- Magurran. E. A. 1988. Ecological diversity and its measurement. 1st ed. Chapman and Hall. London.
- Mc Aleese, N. ., Lamshead, P.J.D., and Paterson. G.L.J. 1997. Biodiversity Pro. The Natural History Museum, London. 1997.
- Michener C.D. 2000. The Bees of the World, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Momose K., Yumoto T., Nagamitsu T., Kato M., Nagamasu H., Sakai S., Harrison R.D., Itioka T., Hamid A.A, & Inoue T. 1998. Pollination Biology in a Lowland Dipterocarp Forest in Sarawak, Malaysia. Characteristics of The Plant-Pollinator Community in a Lowland Dipterocarp Forest. *American Journal of Botany*, 85(10): 1477-1501
- Nagamitsu, T and Inoue, T 1998. Interspecific morphological variation in stingless bees (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) associated with floral shape and location in an Asian tropical rainforest. *Entomological Science* 1, 189–194.
- Nagamitsu, T and Inoue, T. 2002. Foraging activity and pollen diets of subterranean stingless bee colonies in response to general flowering a in Sarawak, Malaysia. *Apidologie*. 33. 303–314. DOI: 10.1051/apido:2002016
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C. Neumann, P., Schweiger, O. and Kunin W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecology and Evolution*. 25: 345-353..
- Purwatiningsih, B., Amin S. L dan Bagyo Y. 2012. Kajian Komposisi Serangga Polinator pada Tumbuhan Penutup Tanah di Poncokusumo Malang. *Berkala Penelitian. Hayati*: 17 : 165-172.

- Raju S A J and Reddi S C, 2000. Foraging behaviour of carpenter bees, genus *Xylocopa*: Xylocopidae: Hymenoptera and the pollination of some Indian plants. *Journal of Bombay Natural History Society*. 93. 381–389.
- Rasheed, S and Harder, L. 1997. Economic motivation for plant species preferences of pollen-collecting bumble bees. *Ecological Entomology*. 22 (2). 209-219. DOI: 10.1046/j.1365-2311.1997.t01-1-00059.x
- Rianti, P, Suryobroto, B dan Atmowidi, T, 2010. Diversity and effectiveness of insect pollinators of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *HAYATI Journal of Biosciences* .17 (1): 38-42. DOI: 10.4308/hjb.17.1.38
- Roubik, D W. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Sahli H F and Conner J K. 2007. Visitation, effectiveness, and efficiency of 15 genera of visitors to wild radish, *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae). *American Journal of Botany* 94(2): 203–209.
- Sakagami S F., Inoue T., Yamane S., Salmah S. 1983. Nest architecture and colony composition of the Sumatran stingless bee *Trigona (Tetragonula) laeviceps*, *Kontyu*. 51. 100–111
- Sakagami, S F., Inoue, T. and Salmah, S. (1990) Stingless bees of Sumatra. *Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra* (eds S.F. Sakagami, R. Ohgushi & D.W. Roubik), 125–138. Hokkaido University Press, Sapporo, Japan.
- Sakai, S., Momose, K., Yumoto, T., Nagamitsu, T., Nagamasu, H.A.A. & Hamid, & Nakashizuka, T. 1999. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland Dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany*. 86.1414–1436
- Salmah, S., Inoue, T. & Sakagami, S.F. 1990. An analysis of apid bee richness (Apidae) in central Sumatra. *Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra* (eds S.F. Sakagami, R. Ohgushi & D.W. Roubik), pp. 139–174. Hokkaido University Press, Sapporo, Japan
- Steffan-Dewenter, I and Tscharntke, T. 2001 Succession of bee communities on fallows. *Ecography* 24: 83–93.

- Steffan-Dewenter I, Potts S.G, Packer L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends Ecology and Evolution*. 20 : 651–652. doi:10.1016/j.tree.2005.09.004
- Ssymank, a. 2001. Vegetation und blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft [Vegetation and flower-visiting insects in cultivated landscapes] - Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 64, 513 pp., Bonn-Bad Godesberg.
- Ssymank, A, Kearns, CA, Pape, TH. and Thomson, TA. 2008. Pollinating Flies (Diptera): A major contribution to plant diversity and agricultural production. - *Tropical Conservancy* 9 (1 & 2): 86-89.
- Tan, NQ., 2007. Biology of *Apis dorsata* in Vietnam. *Apidologie* 38 : 221–229 DOI : 10.1051/apido: 2007002
- Tscharntke, T. Klein, AM, Kruess, A, Steffan-Dewenter, I and Thies, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. *Ecological Lettrs* 8: 857-874.
- Tylianakis, JM, Rand, TA, Kahmen, A, Klein, AM, Buchmann, N, Perner, J. and Tscharntke, T. 2008. Resource heterogeneity moderates the biodiversity-function relationship in real world ecosystems. *PLoS Biology* 6:e122.
- Underwood, B.A. (1992). Time of Drone Flight in *Apis laboriosa* Smith in Nepal. *Apidologie*. 21 (6): 501-504
- UNEP 2002. Action for a sustainable future, Decisions from the Sixth meeting of the conference of the parties to the convention on Biological diversity, United Nations, The Hague, The Netherlands, <http://www.biodiv.org/doc/meetings/cop/cop-06/official/cop-06-20-en.pdf>
- Watanabe 1994. Pollination Worries Rise As Honey Bees Decline. *Science* 265 (5176) : 1170 DOI: 10.1126/science.265.5176.1170
- Widhiono, I dan Trisucianto, E, 2011. Strategi Konservasi Serangga Penyerbuk di lahan pertanian. Laporan Hasil Penelitian Unsoed (tidak di publikasikan)
- Widhiono, I dan Sudiana, E, 2015a. Keragaman Serangga Penyerbuk dan Hubungannya dengan Warna Bunga pada Tanaman Pertanian di Lereng Utara Gunung Slamet, Jawa Tengah, *Biospecies* .8 (2) : 43-50.

- Widhiono, I dan Sudiana, E. 2015b. Peran tumbuhan liar dalam konservasi keragaman serangga penyerbuk Ordo Hymenoptera. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON. 1 (7): 1586-1590 DOI: 10.13057/psnmbi/m010708
- Widhiono, I and Sudiana, E. 2016. Impact of Distance from the Forest Edge on The Wild Bee Diversity on the Northern Slope of Mount Slamet. Biosaintifika 8 (2) 148-154. DOI: 10.15294/biosaintifika.v8i2.5058
- Widhiono, I dan Sudiana, E. 2013. Uji Pemantapan Pengkayaan Tumbuhan Liar Untuk Meningkatkan Keragaman Serangga Penyerbuk . Laporan Hasil Penelitian Unsoed (tidak di publikasikan).
- Widhiono, I, Sudiana, E and Trisucianto, E, 2016a. Insect pollinator diversity along a habitat quality gradient on Mount Slamet, Central Java, Indonesia. Biodiversitas. 17. (2) :746-752 DOI: 10.13057/biodiv/d170250
- Widhiono, I, Sudiana, E and Trisucianto, E, 2016b. Preliminary test of Agri-Environmental Scheme application on farmland at Northern Slope of Mount Slamet. *AGRIVITA* (in Editing)
- Winfree, R., Griswold, T. and Kremen, C. 2007. Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conservation Biology* . 21. 213–223.
- Winfree, R, Williams, NM, Dushoff, J, Kremen, C, 2007. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology Letters*, 10: 1105–1113 doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01110.x
- Winfree, R., and Kremen, C. 2009. Are ecosystem services stabilized by differences among species? A test using crop pollination. *Proceeding of Royal Society*. B 276 : 229–237.doi:10.1098/rspb.2008.0709
- Wongsiri, S.; Lai, Y. & Liu, Z. (1986). Beekeeping in Guangdong Province of China and Some Observation on the Chinese Honey Bee *Apis cerana cerana* and the European Honey Bee *Apis mellifera ligustica*. *American Bee Journal*. 126 : 748-752

TENTANG PENULIS



Imam Widhiono, lahir di Desa Notog, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, pada tanggal 20 April 1959 dari ayah R. Moch. Maknoen Zuhdi dan ibu Saeni. Menamatkan pendidikan SD di desa Notog (SD N I, Notog) pada tahun 1971, SMP Negeri I Purwokerto tahun 1974 dan SMA Negeri I Purwokerto tahun 1977. Pada tahun 1978 masuk sebagai mahasiswa Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman dan lulus pada tahun 1984 pada jurusan Zoologi bidang peminatan Entomologi di bawah bimbingan Prof. Dr. Soelaksono Sastrodihardjo (ITB) (Alm) dan Prof. Dr. Anarno

Siswowitzo (Unsoed) (Alm). Pada tahun 1985 diterima sebagai dosen mata kuliah Entomologi pada Fakultas Biologi Unsoed sampai sekarang. Minat pada bidang Entomologi terus dilanjutkan dengan pendidikan Pascasarjana program studi Ilmu Hama Tumbuhan, di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 1988 dan lulus pada tahun 1992 dibawah bimbingan Prof. Dr. Jestmand Situmorang dan Prof. Dr. Edy Martono, M.Sc. Pada tahun 1999 melanjutkan pendidikan ke Die Mathematisch-Naturwissenschaftlichen der Georg August Universität der Göttingen, Germany dan lulus dengan predikat cum laude dengan gelar Dr.rer.nat., pada tahun 2003 dibawah bimbingan Prof. Dr. Michael Muhlenberg dalam bidang konservasi biologi.

Pada tahun 2004 sampai sekarang, selain mengajar mata kuliah Entomologi pada program studi S1 Biologi juga mengajar pada program Magister Ilmu Biologi dan Program Doktor Ilmu Biologi Fakultas Biologi Unsoed. Jabatan tugas tambah yang pernah di laksanakan adalah sebagai ketua Lembaga Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu Unsoed (2010-2015) dan sekarang menjabat sebagai Wakil Direktur Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Program Pasca Sarjana Unsoed. Pada tahun 2015 menulis monograf berjudul "Strategi Konservasi Serangga Pollinator".



UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

Jalan Prof. Dr. H.R. Boenyamin 708 Purwokerto

Kode Pos 53122 Kotak Pos 115

Telepon 635292 (Hunting) 638337, 638795

Faksimile 631802

www.unsoed.ac.id

ISBN 978-602-1004-26-5

