

**PERBANYAKAN *Fopius* sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PADA
Bactrocera carambolae DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Oleh

IFA MAULIDAH HASANAH

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DA PENYAKIT TUMBUHAN

PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2009

**PERBANYAKAN *Fopius* sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PADA
Bactrocera carambolae DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Oleh

**IFA MAULIDAH HASANAH
0410460021-46**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DA PENYAKIT TUMBUHAN

PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

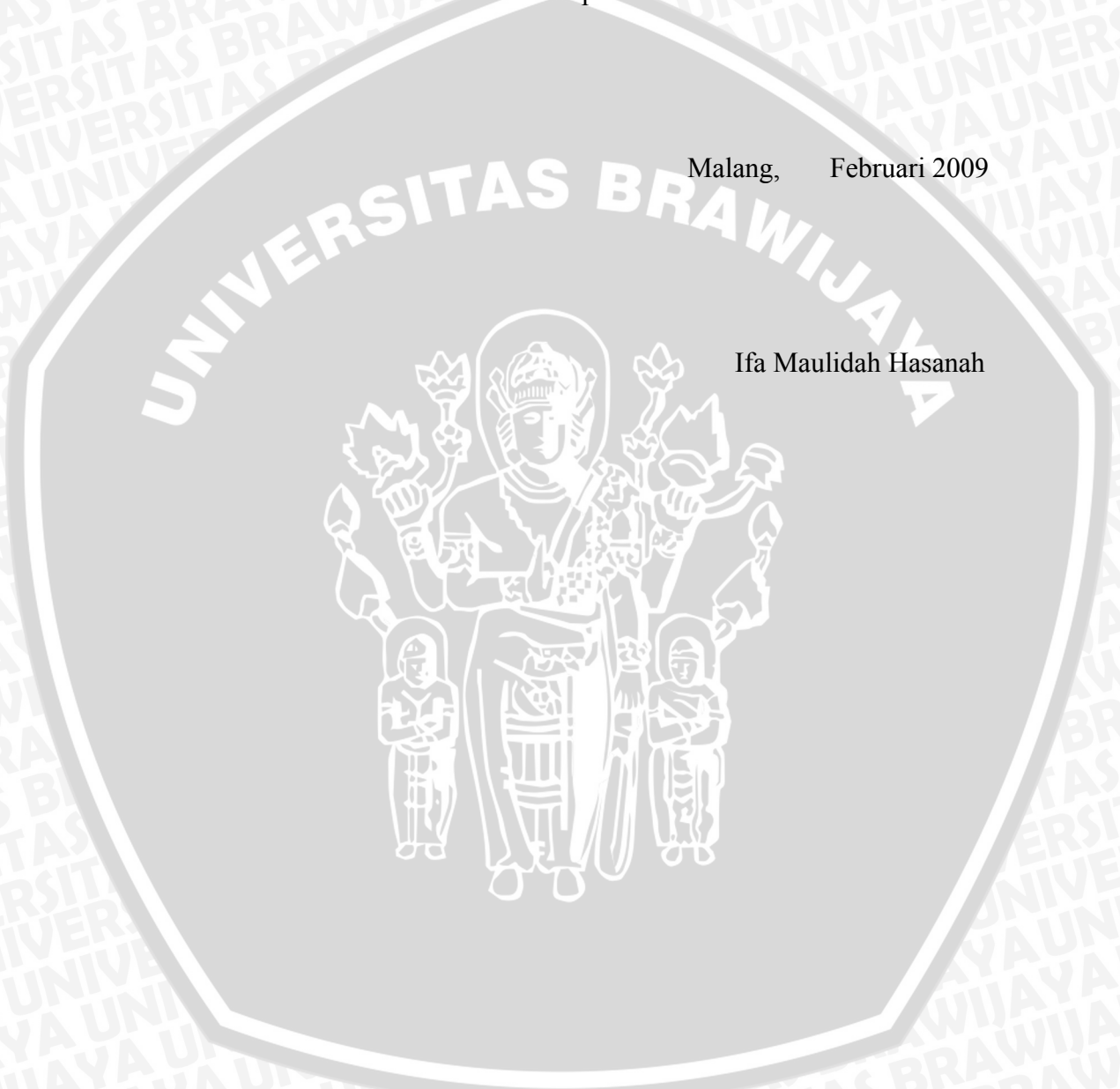
2009

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Februari 2009

Ifa Maulidah Hasanah



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PERBANYAKAN *Fopius* sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) PADA *Bactrocera carambolae* DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

Nama : Ifa Maulidah Hasanah

NIM : 0410460021-46

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama,

Pendamping,

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 131 281 898

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 130 802 231

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 130 936 225

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 130 704 149

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 131 282 382

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 131 281 898

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 130 802 231

Tanggal Lulus :





Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua Orang tua tercinta serta Adik-adikku Tersayang

RINGKASAN

IFA MAULIDAH HASANAH. 0410460021-46. Perbanyakkan *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) pada *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. sebagai Pembimbing Utama, Dr. Ir. Sri Karindah, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.

Lalat buah belimbing *Bactrocera carambolae* merupakan hama utama perusak buah-buahan penting di Indonesia, seperti mangga, belimbing, jambu biji dan jambu air. Kerusakan akibat serangan lalat buah di Jawa Timur berkisar antara 12-20% pada musim kemarau dan dapat mencapai 100% pada musim hujan. Upaya pengendalian lalat buah telah dilakukan secara intensif tetapi masih diperlukan komponen pengendalian yang lain untuk menurunkan serangan *B. carambolae*. Lalat buah mempunyai musuh alami (parasitoid) yang dapat digunakan untuk pengendalian secara hayati. *Fopius* sp. merupakan parasitoid telur-pupa pada lalat buah. Di kabupaten Blitar, *Fopius* sp. ditemukan dengan dominansi paling tinggi dibanding parasitoid lainnya yaitu 86%. Di Indonesia, keberadaan populasi *Fopius* sp. sudah diketahui tetapi penelitian mengenai perbanyakkan *Fopius* sp. belum banyak diteliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai perbanyakkan *Fopius* sp. pada *B. carambolae*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbanyakkan *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) pada *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan - Fakultas Pertanian - Universitas Brawijaya - Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan April - Agustus 2008. Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan perbanyakkan *Fopius* sp. dengan menggunakan larva *B. carambolae* pada petridish dan dengan menggunakan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tingkat parasitisasi, jumlah parasitoid yang muncul, siklus hidup parasitoid, seks ratio parasitoid yang muncul, dan lama hidup parasitoid.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku parasitoid *Fopius* sp. meliputi perilaku pengenalan inang dan perilaku oviposisi. Berdasarkan hasil perbanyakkan *Fopius* sp. pada larva *B. carambolae* dalam petridish dapat diketahui bahwa persen parasitisasi berkisar 0,94%-3,64%; jumlah parasitoid *Fopius* sp. yang dihasilkan mengalami penurunan dari populasi awal; rerata siklus hidup imago *Fopius* sp. jantan (11,5 hari) sedangkan imago *Fopius* sp. betina (13 hari); rerata seks ratio parasitoid yang muncul antara jantan : betina adalah 1,4 : 1; rerata lama hidup imago *Fopius* sp. jantan (5,9 hari) dan imago *Fopius* sp. betina (7,1 hari). Sedangkan hasil perbanyakkan *Fopius* sp. pada larva *B. carambolae* dalam buah belimbing dapat diketahui bahwa persen parasitisasi *Fopius* sp. berkisar antara 1,24%-29,34% pada rasio 3 jantan : 3 betina; pada 3 jantan : 6 betina (1,38%-45,67%); rerata siklus hidup imago *Fopius* sp. jantan (17,3 hari), imago *Fopius* sp. betina (18,6 hari); rerata seks ratio parasitoid yang muncul adalah 1,2 jantan : 1 betina (3 jantan : 3 betina) dan 3,5 jantan : 1 betina (3 jantan : 6 betina). Rerata lama hidup imago *Fopius* sp. jantan (5,4 hari) dan imago *Fopius* sp. betina (6,6 hari) pada 3 jantan : 3 betina. Sedangkan Rerata lama hidup imago *Fopius* sp. jantan (4,8 hari) dan imago *Fopius* sp. betina (10,3 hari) pada 3 jantan : 6 betina.

SUMMARY

IFA MAULIDAH HASANAH. 0410460021-46. The Mass-Rearing of *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitoid of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). Supervised by : Dr. Ir. Toto Himawan, S.U., and Dr. Ir. Sri Karindah, MS.

Fruit fly *Bactrocera carambolae* is a major pest on fruits, such as mango, fruit star, and guava. In Jawa Timur, fruit fly attack about 12-20% in dry season and 100% in rainy season. The control of fruit fly was doing intensive but it needed another component to decrease *B. carambolae* attack. Fruit fly have a natural enemies (parasitoid) for biological control. *Fopius* sp. is an egg-pupal parasitoid of tephritid fruit flies. In Blitar, *Fopius* sp. was found with the high populations more than other parasitoids i.e. 86%. In Indonesia, *Fopius* sp. was known but the research about mass rearing of *Fopius* sp. not yet do it. So, it was needed more research about mass rearing of *Fopius* sp. on *B. carambolae*.

The purpose of this research is to know about mass-rearing of *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) on *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). This research was conducted in Entomology laboratory – Plant Protection – Agriculture Faculty of Brawijaya University. This research was started on April until August 2008. The methods of research were to do mass rearing of *Fopius* sp. with larvae of *B. carambolae* on petridish and with larvae of *B. carambolae* inside star fruit. The observation to know parasitism level, number of emergence, life cycle of parasitoid, sex ratio and longevity of parasitoid.

The result of observation showed that behavior of *Fopius* sp. such as host recognition and oviposition. For the result observation *Fopius* sp. on larvae of *B. carambolae* in petridish showed the parasitism level about 0,94%-3,64%; the number of *Fopius* sp. population decreased from early population; the average of life cycle adult male (11,5 days) while adult female (13 days); the average sex ratio of adult 1,4 male : 1 female; the average of longevity adult male (5,9 days) and female (7,1 days) while the result of mass rearing of *Fopius* sp. on larvae *B. carambolae* inside star fruit showed the parasitism level about 1,24%-29,34% (3 male : 3 female); and 3 male : 6 female (1,38%-45,67%); the average of life cycle adult male (17,3 days) while adult female (18,6 days); the average sex ratio of adult 1,2 male : 1 female (3 male : 3 female) and 3,5 male : 1 female (3 male : 6 female). The average of longevity of *Fopius* sp. male (5,4 days) and imago *Fopius* sp. female (6,6 days) on 3 male : 3 female. While the average of longevity of *Fopius* sp. male (4,8 days) and *Fopius* sp. female (10,3 days) on 3 male : 6 female.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Perbanyakkan *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) pada *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) ”. diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Toto Himawan, SU. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
2. Dr. Ir. Sri Karindah, MS. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS dan Dr. Ir. Bambang Tri Rahadjo, SU. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran-saran untuk perbaikan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan segenap Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai ilmu serta para staff pengajaran jurusan HPT terima kasih atas bantuannya.
5. Ir. Purwani selaku pemilik lahan yang telah membantu dan memberikan arahan kepada penulis.
6. Kedua orang tuaku, Ayah dan Ibu atas segala bimbingan, kesabaran, kasih sayang dan do'anya, terima kasih semuanya.
7. Rekan-rekan HPT 2004 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat. Serta semua mahasiswa jurusan HPT dari seluruh angkatan, terima kasih atas semua bantuannya.
8. Serta semua pihak yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Februari 2009

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sidoarjo, pada tanggal 01 Desember 1985 dan merupakan putri pertama dari tiga bersaudara dengan seorang ayah yang bernama Hasan Bisri, SP. dan seorang ibu bernama Elok Afifah. Penulis memulai pendidikan dengan menjalani pendidikan dasar di SD Darul Ulum Bungurasih (1992-1998), dan melanjutkan ke SLTP Negeri 22 Surabaya (1998–2001), kemudian meneruskan ke SMU Negeri 15 Surabaya (2001-2004). Penulis menjadi mahasiswa Fakultas pertanian, Universitas Brawijaya, program studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, pada tahun 2004 melalui jalur SPMB.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan HIMAPTA sebagai Staf Departemen penelitian dan Pengembangan (2005-2006), asisten praktikum untuk mata kuliah Organisme Penyebab Penyakit (2007), asisten praktikum mata kuliah Entomologi Umum (2008).



DAFTAR ISI

RINGKASAN

i

SUMMARY

ii

KATA

PENGANTAR

iii

RIWAYAT

HIDUP

iv

DAFTAR

ISI

v

DAFTAR

TABEL

vi

DAFTAR

GAMBAR

viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar

1

Belakang

1.2. Tujuan

2

Penelitian

1.3. Manfaat

2

Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bioekologi

Fopius

sp.

3

2.2. Perbanyakan

massal

serangga

parasitoid

8

2.3. Perbanyakan

Fopius

sp.

(Hymenoptera:

Braconidae)

14

2.4. Biologi

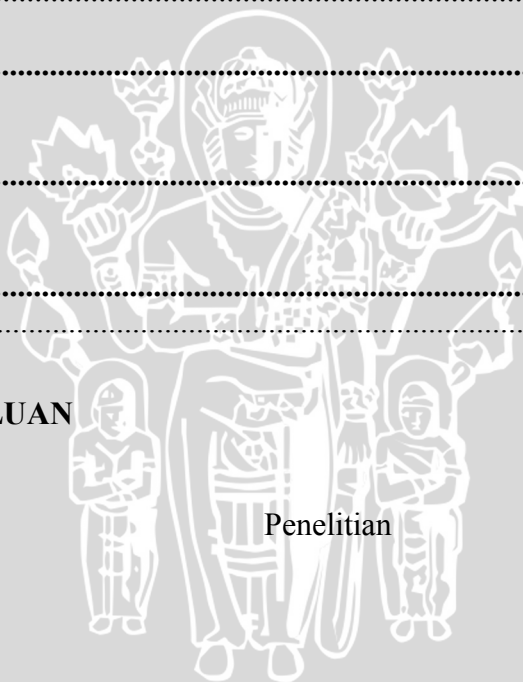
Bactrocera

carambolae

Drew

dan

Hancock



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	
	19	
3.2.	Alat dan Bahan	
	19	
3.3.	Metode Penelitian	
	19	
3.3.1	Persiapan Penelitian	
	19	
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian	
	22	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Perilaku parasitoid <i>Fopius</i> sp.	
	26	
4.2	Perbanyakkan <i>Fopius</i> sp. pada larva <i>B. carambolae</i> dalam petridish	
	26	
4.3	Perbanyakkan <i>Fopius</i> sp. pada larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing	
	30	

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	
	35	
5.2.	Saran	
	35	

DAFTAR

PUSTAKA

36

LAMPIRAN

38



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1	Persen parasitasi <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> pada petridish	27
2	Persen parasitasi <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing	31
3	Persen parasitiasi rata-rata <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing	32
4	Jumlah keturunan parasitoid <i>Fopius</i> sp. yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing	32
5	Rerata seks ratio parasitoid yang muncul	33
6	Rerata lama hidup imago <i>Fopius</i> sp.	34

Lampiran

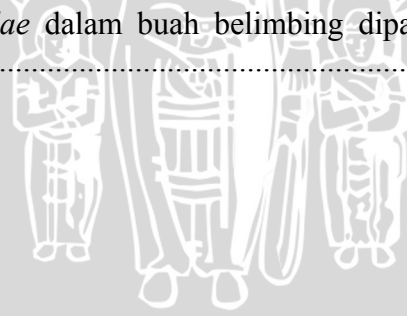
No.	Teks	Halaman
1.	Persen parasitiasi <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)	38
2.	Persen parasitiasi <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina)	39
3.	Persen parasitiasi <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> pada petridish	40
4.	Rerata jumlah keturunan parasitoid <i>Fopius</i> sp. jantan yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)	41
5.	Rerata jumlah keturunan parasitoid <i>Fopius</i> sp. betina yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)	42

6. Rerata jumlah keturunan parasitoid <i>Fopius</i> sp. jantan yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina).....	43
7. Rerata jumlah keturunan parasitoid <i>Fopius</i> sp. betina yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina).....	44
8. Seks ratio parasitoid <i>Fopius</i> sp. yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah.....	45
9. Seks ratio parasitoid <i>Fopius</i> sp. yang muncul hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> pada petridish.....	46
10. Siklus hidup <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> pada petridish.....	47
11. Rerata siklus hidup <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina).....	48
12. Rerata siklus hidup <i>Fopius</i> sp. hasil paparan terhadap larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina).....	49
13. Hasil pengamatan harian lama hidup <i>Fopius</i> sp. pada larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina).....	50
14. Rerata lama hidup <i>Fopius</i> sp. pada larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina).....	50
15. Hasil pengamatan harian lama hidup <i>Fopius</i> sp. pada larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina).....	51
16. Rerata lama hidup <i>Fopius</i> sp. pada larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina).....	51
17. Data harian suhu dan kelembaban di laboratorium Entomologi selama kegiatan penelitian.....	52



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	a. Telur <i>Fopius</i> sp., b. Larva <i>Fopius</i> sp. instar I, c. Larva <i>Fopius</i> sp. instar II, d. Larva <i>Fopius</i> sp. instar III, e. Larva <i>Fopius</i> sp. instar IV, f. Pupa <i>Fopius</i> sp. jantan, g. Pupa <i>Fopius</i> sp. betina, h. Imago <i>Fopius</i> sp. jantan, i. Imago <i>Fopius</i> sp. betina.....	5
2.	Buah belimbing yang diperoleh dari lapangan.....	19
3.	Imago <i>Fopius</i> sp. a. Jantan; b. Betina.....	20
4.	Larva <i>B. carambolae</i> yang berada didalam buah belimbing.....	21
5.	Larva <i>B. carambolae</i> pada petridish dipaparkan dalam sangkar imago <i>Fopius</i> sp.	23
6.	Larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing dipaparkan dalam sangkar imago <i>Fopius</i> sp.....	24



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lalat buah belimbing *Bactrocera carambolae* merupakan hama utama perusak buah-buahan penting di Indonesia, seperti mangga, belimbing, jambu biji dan jambu air (Kuswadi, 1999). Kerusakan akibat serangan lalat buah di Jawa Timur berkisar antara 12-20% pada musim kemarau dan dapat mencapai 100% pada musim hujan (Untung, 1980). Akibat serangan larva *B. carambolae* dapat menyebabkan buah menjadi busuk dan gugur sebelum waktunya (Putra, 1997).

Pengendalian *B. carambolae* yang selama ini dilakukan dengan cara mekanis, kultur teknis dan cara kimia. Upaya pengendalian tersebut telah dilakukan secara intensif tetapi masih diperlukan komponen pengendalian yang lain untuk menurunkan serangan *B. carambolae*. Lalat buah mempunyai musuh alami, yang terpenting berupa parasitoid, yang dapat digunakan untuk pengendalian secara hayati. Parasitoid terpenting berasal dari ordo Hymenoptera, genus *Biosteres* dan *Opius*. Spesies *Biosteres arisanus* sejak tahun 1951 tercatat paling banyak menyerang *Bactrocera dorsalis* pada jambu biji (Putra, 1997).

Fopius sp. merupakan parasitoid telur-pupa pada lalat buah (Rousse, 2005). Di Kabupaten Blitar, dilaporkan terdapat empat jenis parasitoid lalat buah yaitu *Fopius* sp. (86%), *Psytalia* sp. (11,7%), *Diachasmimorpha longicaudata* (1,8%) dan *Tetrastichus* sp. (0,24%) (Faris, 2008). Hasil tingkat parasitisasi menunjukkan bahwa *Fopius* sp. mempunyai dominansi paling tinggi dibandingkan parasitoid lainnya. Hal ini karena *Fopius* sp. merupakan salah satu musuh alami penting pada *B. carambolae*.

Upaya perbanyak musuh alami (parasitoid) yang dilakukan di laboratorium perlu ditunjang dengan adanya penyediaan serangga inang, parasitoid dan pakan. Tujuan perbanyak dilakukan untuk menghasilkan serangga betina subur dalam jumlah maksimal dengan jumlah tenaga kerja dan ruang minimal, dalam waktu singkat dan dengan biaya semurah mungkin. Dalam upaya perbanyak musuh alami di laboratorium perlu diperhatikan agar kualitas reproduksi tidak menurun. Penurunan kualitas reproduksi musuh alami dapat terjadi akibat inbreeding (Mudjiono, 1994).

Salah satu spesies dari *Fopius* sp. yang telah sukses dikembangkan adalah *Fopius arisanus*. Di Hawaii, perbanyak massal *Fopius arisanus* dilakukan untuk program pengendalian hayati secara augmentasi. Dalam kurun waktu 13 bulan dapat dihasilkan hampir 10 juta *Fopius arisanus* yang diperbanyak pada lalat buah Oriental, *Bactrocera* (= *Dacus*) *dorsalis* (Hendel) (Bautista, 1999). Harris dan Okamoto (1991) menyatakan bahwa metode pemeliharaan parasitoid *Biosteres* (= *Fopius*) *arisanus* (Sonan) telah dilakukan di laboratorium. Hasil yang telah diperoleh yaitu lebih dari 736.000 parasitoid dengan seks ratio 2,2 jantan : 1 betina dan rata-rata parasitasi sebesar 37%.

Di Indonesia keberadaan populasi *Fopius* sp. sudah diketahui tetapi penelitian mengenai perbanyak *Fopius* sp. belum banyak diteliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai perbanyak *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) pada *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). Perlu diketahui bahwa penelitian mengenai perbanyak *Fopius* sp. merupakan penelitian pendahuluan sehingga dari hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan perbanyak *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) dengan inang *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae)

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- (1) Untuk mendapatkan informasi tentang perbanyakan *Fopius* sp. yang dilakukan di laboratorium.
- (2) Sebagai teknik dalam program pengendalian hayati secara augmentatif.
- (3) Dapat digunakan dalam pengembangan parasitoid lalat buah *Fopius* sp. di beberapa daerah, khususnya daerah sentra penghasil buah-buahan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioekologi *Fopius* sp.

Fopius sp. merupakan parasitoid telur-pupa pada lalat buah. Parasitoid ini meletakkan telurnya pada telur inang, didalam embrio. Telur parasitoid menetas lebih cepat dari telur inang. Telur parasitoid menetas sekitar 28 hingga 35 jam setelah diletakkan di dalam telur inang atau pada larva instar I (Rousse, 2005). Berdasarkan hasil penelitian di lapangan diketahui bahwa *Fopius* sp. lebih menyukai stadia larva *B. carambolae* daripada stadia telur *B. carambolae* (Wahyudi, 2005). Selain itu, Setiowati (2005) juga menjelaskan bahwa dari berbagai stadia *B. carambolae* yang dipaparkan di lapangan ternyata yang diparasit oleh *Fopius* sp. hanya stadia larva *B. carambolae* dan yang paling banyak terparasit adalah stadia larva *B. carambolae* instar III.

Telur *Fopius* sp. berbentuk oval, dengan kedua ujungnya tumpul, bagian luar berwarna bening transparan, sedangkan bagian inti berwarna kekuningan. Telur *Fopius* sp. berukuran 0,7 mm (Gambar 1a). Stadia telur *Fopius* sp. berlangsung selama 1-2 hari (Setiowati, 2005).

Larva *Fopius* sp. terdiri dari empat instar. Larva *Fopius* sp. instar I berukuran < 1 mm dan berwarna kekuningan. Pada larva *Fopius* sp. instar I bagian kepala lebih besar daripada bagian tubuhnya (Gambar 1b). Larva *Fopius* sp. instar I berlangsung selama 1-2 hari. Larva *Fopius* sp. instar II memiliki bentuk yang berbeda dengan larva *Fopius* sp. instar I. Larva *Fopius* sp. instar II berukuran 1,7-1,9 mm dan berwarna putih (Gambar 1c). Larva *Fopius* sp. instar II berlangsung selama 2-4 hari. Larva *Fopius* sp. instar III memiliki bentuk yang tidak berbeda dengan larva *Fopius* sp. instar II. Larva *Fopius* sp. instar III berukuran 2,7-2,9 mm dan berwarna putih (Gambar 1d). Larva *Fopius* sp. instar

III berlangsung selama 3-5 hari. Larva *Fopius* sp. instar IV tubuhnya lebih ramping dan pada bagian bawah cekung. Larva *Fopius* sp. instar IV berukuran 3,0-3,4 mm, berwarna putih dan berlangsung selama 4-5 hari (Gambar 1e). Masa prepupa berlangsung 1-2 hari dengan tanda bahwa tubuh agak jelas membentuk dua bagian, yaitu antara anterior dan posterior. Pada masa prepupa larva sudah tidak aktif bergerak (Setiowati, 2005).

Pupa *Fopius* sp. pada awalnya putih yang kemudian berangsur-angsur menjadi sedikit menguning dan akhirnya menjadi berwarna kuning. Fase pupa ini berlangsung selama 4-5 hari. Pupa *Fopius* sp. jantan berukuran 3,2-3,3 mm (Gambar 1f) sedangkan pupa *Fopius* sp. betina berukuran 3,9-4,1 mm (Gambar 1g). Bagian anterior terdiri atas kepala, thorak mempunyai ukuran lebih kecil dibandingkan sisa tubuhnya. Mata berupa spot kecil yang terletak dibawah integumen, pada awalnya berwarna coklat kehitaman yang kemudian berangsur-angsur menjadi hitam. Pada pupa betina dapat dibedakan dengan pupa jantan, karena pada pupa betina ovipositor sudah terbentuk (Setiowati, 2005).

Imago *Fopius* sp. betina berwarna coklat tua dan pada bagian abdomen berwarna coklat kekuningan. Imago *Fopius* sp. betina memiliki panjang tubuh \pm 4 mm, memiliki ovipositor dengan ukuran lebih panjang daripada tubuhnya (Gambar 1h). Sedangkan imago *Fopius* sp. jantan berwarna coklat kehitaman dan berukuran \pm 3,3-3,5 mm (Gambar 1i). Siklus hidup *Fopius* sp. adalah 16-23 hari. Pada suhu laboratorium 26°C, imago *Fopius* sp. mampu bertahan hidup selama 19-23 hari. Pada imago *Fopius* sp. jantan umumnya lebih pendek \pm 4 hari daripada betina. Imago *Fopius* sp. betina keluar 2-4 hari setelah imago *Fopius* sp. jantan (Setiowati, 2005).

Berdasarkan kisaran inang, *Fopius* sp. termasuk parasitoid polipagus. Inang dari *Fopius* sp. termasuk dalam famili Tephritidae dan kebanyakan dari genus *Bactrocera*. Misalnya, *Fopius arisanus* (Sonan) telah dilaporkan mampu berkembang pada 18 spesies inang, diantaranya pada *Anastrepha ludens* Loew, *Bactrocera dorsalis* Hendel, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, *Bactrocera papayae* Drew & Hancock, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Rousse, 2005).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)

Gambar 1. (foto oleh Setiowati), a. Telur *Fopius* sp., b. Larva *Fopius* sp. instar I, c. Larva *Fopius* sp. instar II, d. Larva *Fopius* sp. instar III, e. Larva *Fopius* sp. instar IV, f. Pupa *Fopius* sp. jantan, g. Pupa *Fopius* sp. betina, h. Imago *Fopius* sp. jantan, i. Imago *Fopius* sp. betina

Hasil penelitian mengenai perilaku kawin *Opius* sp. oleh Suherlan (2002) menyatakan bahwa menjelang perkawinan imago *Opius* sp. jantan terlihat lebih aktif dengan cara menggerak-gerakkan antenanya ke arah imago *Opius* sp. betina dan menggetarkan sayapnya mendekati imago *Opius* sp. betina. Imago *Opius* sp. betina yang siap kawin akan diam dan merendahkan tubuhnya sehingga memudahkan untuk imago *Opius* sp. jantan untuk naik ke punggung imago *Opius* sp. betina. Apabila imago *Opius* sp. betina belum siap kawin, maka akan menghindar dan terbang jauh. Proses perkawinan ini berlangsung selama 4-10 detik, dengan rata-rata 6 detik. Imago *Opius* sp. betina akan melakukan perkawinan lagi sebanyak 2-5 kali. Setelah melakukan perkawinan imago *Opius* sp. jantan akan menjauh dari imago *Opius* sp. betina dan membersihkan antenanya menggunakan tungkai depan. Sedangkan sayap dan abdomen dibersihkan menggunakan tungkai belakang. Seks ratio yang dihasilkan adalah 5:1 (jantan : betina).

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat diduga bahwa imago *Opius* sp. betina memiliki sifat *partenogenesis*, yaitu menghasilkan keturunan tanpa harus melakukan perkawinan. Keturunan yang dihasilkan kebanyakan jantan (*arrhenotoky*). Contoh lain, misalnya pada *F. arisanus* jantan dapat kawin setelah periode pre-mating, yaitu sekitar 3 hari setelah muncul dari pupa inang. Imago *F. arisanus* jantan dan betina saling mendekat akibat suatu feromon yang dilepaskan oleh keduanya. Feromon tersebut hanya dapat ditangkap pada jarak dekat. Imago *F. arisanus* (jantan dan betina) saling mendekat dan melakukan kontak antena. Imago *F. arisanus* jantan naik ke tubuh imago *F. arisanus* betina dan proses kawin terjadi sekitar 15 detik (Rousse, 2005).

Lama hidup imago betina parasitoid di amati dengan memelihara imago betina dengan diberi pakan dan inang atau tidak diberi inang (Karindah, 2004). Sebagai contoh, lama hidup imago *F. arisanus* yang dipelihara pada *Bactrocera dorsalis* mempunyai rata-rata sekitar 15 hari untuk imago *F. arisanus* jantan (maksimal 38 hari) dan 20 hari untuk *F. arisanus* betina (maksimal 40 hari). Keadaan ini apabila diberi madu dan air tanpa diberi inang (Rousse, 2005).

Fekunditas merupakan kemampuan yang dimiliki oleh seekor serangga betina untuk memproduksi telur (Jumar, 2000). Sebagai contoh, *F. arisanus* termasuk dalam spesies pro-synovogenic yaitu betina parasitoid mempunyai telur-telur yang matang ketika muncul dari pupa inang, tetapi kebanyakan telur-telur tersebut diproduksi pada stadia awal. Pada kenyataannya, ovogenesis dimulai selama stadia pupa. Peletakan telur pertama kali terjadi sekitar 4 hari setelah muncul dari pupa inang. Selama 2 minggu pertama dari proses peletakan telur, seks rasio cenderung betina (57-70%), tetapi seks rasio cenderung jantan ketika betina induk umurnya lebih dari 15 hari. Apabila tidak terjadi proses peletakan telur, telur-telur masak yang disimpan akan mengalami penurunan karena *F. arisanus* mungkin menyerap ulang telur-telur masak (ovisorption) yang digunakan kembali sebagai sumber nutrisi (Rousse, 2005).

Proses pemilihan inang dilakukan melalui empat (4) tahapan, yaitu (1) penemuan habitat inang (*host habitat finding*). Jika antara parasitoid dewasa dan inang mempunyai habitat yang sama, maka parasitisme dapat lebih berhasil. Pada tahap ini indera penciuman dan penglihatan sangat berperan. Beberapa parasitoid tidak segera menemukan inangnya untuk meletakkan telur-telurnya melainkan mencari habitatnya lebih dahulu. Sebagai contoh, *F. arisanus* penemuan habitat inang dilakukan dengan mengetahui lokasi yang ditunjukkan dengan adanya pohon dengan buah-buah yang telah diserang lalat buah. Dapat dibantu dengan kenampakan visual dan rangsangan kimia jarak jauh. Selain itu, *F. arisanus* mengalami peningkatan respon terhadap buah-buah yang telah masak. Secara rangsangan visual, *F. arisanus* akan merespon terhadap warna putih dan kuning (panjang gelombang > 560 nm); (2) penemuan inang (*host finding*). Pencarian inang dapat secara acak atau sistematis, namun dapat pula gabungan antara keduanya. Sebagai contoh, ketika *F. arisanus* telah sampai pada buah, *F.*

arisanus betina akan meluangkan 90% waktunya untuk mencari telur-telur inang. Pertama kali yang dilakukan parasitoid betina adalah berkeliling di atas buah, menggerakkan ujung antenna pada permukaan buah (*'antennating'*). Kadang-kadang parasitoid betina berhenti dan mendorong ovipositornya ke dalam buah. Pada saat tersebut parasitoid betina masih menggerakkan antena pada permukaan buah (*'detecting'*). Kedua perilaku tersebut akan berhenti ketika lokasi telur-telur inang di dalam buah telah ditemukan. Selanjutnya diikuti perilaku *'probing'* dan *'ovipositing'*, hingga parasitoid betina meninggalkan lokasi inang (Rousse, 2005); (3) penerimaan inang (*host acceptance*). Meskipun inang telah ditemukan oleh parasitoid, parasitisme belum tentu terjadi. Ada suatu proses penerimaan inang untuk menentukan inang yang spesifik. Inilah yang merupakan seleksi inang yang sebenarnya. Rangsangan penerimaan inang dapat berupa bau, lokasi, ukuran dan bentuk atau gerakan inang; (4) kesesuaian inang (*host suitability*). Walaupun parasitoid telah berhasil meletakkan telur pada inangnya, tetapi belum tentu inang tersebut sesuai untuk perkembangan parasitoid. Bess (1939 dalam Agus, 1991) mengemukakan bahwa peletakan telur oleh parasitoid tidak selalu menunjukkan inang tersebut sesuai. Ketertarikan parasitoid untuk meletakkan telur pada inangnya tidak berhubungan dengan kesesuaian inang untuk perkembangan parasitoid. Pada tahapan terakhir ini sangat menentukan suksesnya parasitisme. Faktor lain yang dapat mempengaruhi suksesnya parasitisme adalah ukuran serangga inang, persaingan dengan jenis parasitoid lain dan ketersediaan nutrisi untuk parasitoid dewasa (Vinson dan Iwantsch, 1980 dalam Agus, 1991).

2.2 Perbanyakkan massal serangga parasitoid

Perbanyakkan massal adalah pemeliharaan untuk mendapatkan jumlah yang lebih banyak daripada jumlah sebelumnya. Perbanyakkan massal dilakukan untuk mengembangbiakkan agens hayati dengan menggunakan media alami maupun media buatan dalam habitat atau lingkungan yang dibentuk sesuai lingkungan aslinya sehingga diperoleh sejumlah tertentu sesuai kebutuhan. Usaha pembiakan massal agens hayati telah banyak dilakukan di Indonesia baik oleh laboratorium dinas maupun oleh para petani (Untung, 2006).

Tujuan perbanyak massal adalah untuk menghasilkan serangga betina subur dalam jumlah maksimal dengan jumlah tenaga kerja dan ruang yang minimal, dalam waktu singkat dan dengan biaya serendah mungkin (Mudjiono, 1994).

Terdapat tiga prosedur yang penting dan saling berhubungan dalam produksi musuh alami, yaitu : (1) penyediaan medium untuk memelihara inang; (2) persediaan cukup dari inang yang tidak terkontaminasi; (3) persediaan cukup dari serangga berguna untuk keperluan program kolonisasi (Debach, 1973).

Satu hal yang perlu diperhatikan dalam usaha perbanyak inang dan musuh alami di laboratorium adalah agar kualitas reproduksi tidak menurun. Penurunan kualitas reproduksi musuh alami selama dalam kondisi laboratorium dapat terjadi akibat inbreeding (Mudjiono, 1994).

Dalam perbanyak massal perlu di pertimbangkan bahwa perilaku serangga sangat bervariasi. Berikut ini perilaku serangga yang perlu diperhatikan dalam perbanyak massal serangga di laboratorium, diantaranya (1) informasi biologi serangga entomofagus; (2) informasi biologi serangga inang; (3) informasi tentang tanaman inang (Mudjiono, 1994).

Pertama, informasi biologi serangga entomofagus, meliputi (1) perkawinan (*mating*). Penghalang prinsip perbanyak kebanyakan spesies entomofagus adalah ketidakmampuan kawin dalam kondisi laboratorium. Misalnya, beberapa spesies entomofagus imago jantan menetas lebih dulu dari kepompong dan menunggu serangga betina keluar dari kepompong. Perkawinan segera terjadi setelah imago betina keluar dari kepompong. Spesies yang kawin menggunakan instink, yaitu dipengaruhi oleh siklus cahaya harian, maka dalam kondisi laboratorium harus tetap dipertahankan dengan meningkatkan atau menurunkan intensitas cahaya. Pada serangga yang aktif siang hari akan melakukan perkawinan dalam keadaan terang atau pada keadaan intensitas cahaya tinggi. Sebagian besar serangga akan melakukan perkawinan pada suhu 65-75°F; (2) lama hidup imago (*longevity*). Lamanya masa produktif serangga imago parasit merupakan hal yang perlu dipertimbangkan dalam mengembangkan program produksi musuh alami. Beberapa spesies tetap hidup dan melakukan reproduksi setelah menghasilkan keturunan. Bagi serangga dengan lama hidup imago yang

panjang, masalah penyimpanan dan pengangkutan praktis tidak ada. Sebaliknya, pada spesies dari genus *Anthemus* karena lama hidup imago yang singkat maka segera setelah imago keluar dari pupa harus segera dilepas ke lapang; (3) kesuburan (*fecundity*). Kesuburan spesies musuh alami jarang diungkap dalam program produksi musuh alami. Walaupun demikian pada kenyataannya kesuburan serangga parasit sangat bervariasi. Misalnya, pada imago *F. arisanus* peletakan telur pertama kali terjadi sekitar 4 hari setelah muncul dari pupa inang; (4) faktor yang mempengaruhi nisbah kelamin (*sex ratio*). Pada spesies biparental yang dipelihara pada kondisi laboratorium, produksi serangga jantan melebihi yang diperlukan untuk mengawini serangga betina yang ada. Karena itu nisbah kelamin harus diatur agar produksi serangga betina jumlahnya lebih sesuai dan efisien. Pada kebanyakan spesies, nisbah kelamin sangat dipengaruhi oleh inangnya. Misalnya, serangga *Metaphysus helvolus* (Comp.) produksi serangga betina meningkat dengan semakin besarnya ukuran inang. Pada serangga inang dengan ukuran kecil atau dengan kata lain parasitoid yang hidup pada kondisi makanan yang terbatas akan lebih banyak menghasilkan parasitoid jantan; (5) mutilasi dan host-feeding. Serangga parasit Hymenoptera sering menggunakan ovipositor sebagai alat untuk melubangi tubuh inangnya, yaitu dalam mempersiapkan makan eksudat inangnya. Apabila parasitoid diberikan inang dengan jumlah yang berlebih, maka parasitoid akan merusak inang dengan jalan memakan semua inang; (6) superparasitisme dan kanibalisme. Dalam produksi musuh alami, superparasitisme seringkali tidak merugikan. Walaupun demikian, pada spesies soliter, apabila jumlah telur yang diletakkan oleh parasitoid betina terlalu banyak dapat menurunkan efisiensi. Hal itu disebabkan oleh kompetisi larva parasitoid instar pertama, sehingga banyak telur yang terbuang. Dengan demikian, efisiensi serangga parasitoid betina dapat ditingkatkan dengan jalan mempertahankan perbandingan antara banyaknya parasitoid dan inangnya dalam keadaan optimum; (7) preferensi inang. Jumlah spesies inang parasitoid tertentu yang tercatat dalam kondisi laboratorium dapat lebih tinggi daripada jumlah spesies inang yang ada di dalam kondisi alam. Inang yang dapat diparasit di laboratorium tetapi secara alami tidak diparasit pada kondisi alam disebut dengan inang pengganti (*unnatural host*). Inang tersebut sangat berguna dalam program

perbanyak massal musuh alami di laboratorium (Mudjiono, 1994).

Kedua, informasi biologi serangga inang, meliputi (1) pertimbangan khusus. Tujuan pembiakan spesies inang adalah untuk menyediakan populasi inang yang murni pada kepadatan yang optimal dalam media inang yang telah dimanipulasi. Serangga inang laboratorium yang ideal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut, harus dapat diterima oleh musuh alami yang dibiakkan; dapat dibiakkan pada media inang yang tersedia dalam kondisi laboratorium; mempunyai laju peningkatan yang cepat, yaitu ditunjukkan oleh sifat kesuburan yang tinggi dan siklus hidup yang pendek; bersifat uniparental atau apabila biparental maka masalah perkawinan tidak ada; tidak menghasilkan produk yang merugikan (embun madu); serangga umum, yaitu memakan lebih dari satu macam media inang; sangat imun terhadap penyakit; hanya sedikit menunjukkan aktifitas kanibalisme; (2) inang alami dan inang pengganti. Inang alami adalah serangga yang biasanya diparasit oleh parasit di alam, sedang inang pengganti adalah inang yang hanya diparasit dalam kondisi laboratorium atau jarang diparasit dalam kondisi alam akibat mekanisme isolasi. Kesesuaian dan kemudahan dalam penanganan inang adalah dua kriteria penting dalam menetapkan inang untuk tujuan pembiakan di laboratorium. Inang pengganti tidak perlu harus dapat menstimulir peletakan telur parasit asalkan inang tersebut sesuai untuk perkembangan individu muda musuh alami. Apabila parasitoid tidak mau meletakkan telurnya pada inang pengganti, hal itu dapat diatasi dengan jalan melakukan simulasi, atau tetap memanfaatkan inang alami untuk tempat bertelur, tetapi telur yang diperoleh kemudian diinokulasikan pada inang pengganti; (3) Laju reproduksi inang. Laju reproduksi inang yang tinggi sangat diperlukan agar pembiakan inang di laboratorium lebih ekonomis. Apabila inang tersebut mempunyai laju reproduksi yang tinggi maka usaha mempertahankan cadangan musuh alami ketika populasi inang rendah dapat berlangsung setiap saat. Sehingga apabila sewaktu-waktu musuh alami tersebut dibutuhkan pengembangan stok sementara tersebut dapat dilakukan dengan segera dan dalam jumlah yang sesuai. Selain itu, kebutuhan untuk memperoleh populasi inang dalam jumlah besar dan dalam waktu yang singkat dapat terpenuhi apabila inang tersebut mempunyai siklus hidup yang pendek; (4) produk inang yang merugikan musuh

alami; (5) kekebalan terhadap penyakit. Penggunaan spesies inang yang peka terhadap mikroorganisme yang virulen harus dihindari. Oleh karena itu walaupun inang serangga parasit kurang disukai kemungkinan tetap digunakan asalkan kebal terhadap penyakit; (6) masalah diapause inang. Lama penyinaran dapat digunakan untuk mencegah terjadinya diapause inang. Lama penyinaran dan suhu tidak hanya berpengaruh langsung terhadap diapause inang tetapi juga dapat berpengaruh tidak langsung terhadap diapause melalui perubahan kondisi fisiologis tanaman inangnya; (7) kebutuhan faktor fisik. Pada umumnya, suhu dan kelembaban relatif di dalam ruangan pembiakan harus diatur agar dapat ditolerir oleh musuh alami, inang dan pakan inang. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan musuh alami per unit produksi agar tetap tinggi. Persyaratan lingkungan yang baik untuk perkembangan inang dan substratnya ialah suhu 21.1°-23.8° C dan kelembaban relatif 60-70%. Penyimpanan substrat pada kondisi kelembaban relatif tersebut untuk mencegah kontaminasi jamur dan menurunnya kualitas akibat faktor yang lain; (8) taksis (*taxes*). Taksis adalah migrasi suatu organisme yang bergerak bebas sebagai tanggapan terhadap suatu stimulus. Taksis spesies inang harus dipelajari dengan baik untuk meningkatkan efisiensi hasil pembiakan. Misalnya, pada serangga bersifat fototaksis positif, dapat dengan mudah dikumpulkan dengan jalan menarik keluar serangga dari substrat makanannya dengan menggunakan kotak perangkap bercahaya. Penggantian substrat makanan inang juga lebih muda apabila serangga bersifat fitotaksis positif; (9) sumber bahan inang. Dalam program perbanyakan massal musuh alami akan diperlukan sejumlah besar inang pada instar yang sesuai bagi musuh alami. Bahan inang dapat diperoleh dari lapang atau insektarium. Beberapa program pembiakan musuh alami di insektarium dapat dilakukan dengan menggunakan bahan inang yang dikumpulkan dari lapang. Dalam hal ini biaya yang dikeluarkan lebih murah, asalkan di lapang jumlah inang tersebut berlimpah; (10) masalah kontaminan yang terbawa dari lapang. Dapat dilakukan dengan jalan memisahkan inang-inang dalam jumlah kecil dan setiap waktu diperiksa apakah terdapat kontaminan, yaitu berupa parasit, predator lain dan patogen. Pemeriksaan tersebut dilakukan paling tidak selama 1-2 generasi (Mudjiono, 1994).

Ketiga, informasi tentang tanaman inang, meliputi (1) tipe makanan serangga inang. Makanan serangga inang terdiri dari tiga tipe, yaitu (a) makanan alami (*natural*), makanan yang biasa dimakan oleh serangga inang di alam; (b) makanan bukan alami (*unnatural*), sebagai pengganti makanan alami dan digunakan untuk memudahkan penanganan di laboratorium; (c) makanan buatan (*factitious*), makanan serangga yang diformulasi oleh manusia; (2) lamanya penggunaan dan penyimpanan makanan, siklus hidup spesies serangga inang sangat bervariasi. Ada yang seminggu dan ada yang berlangsung lebih dari satu bulan. Untuk itu makanan serangga harus tersedia dalam waktu yang lama sesuai dengan kebutuhan. Daya tahan makanan tersebut penting untuk serangga yang sulit dipindahkan ke makanan yang baru, sebab pemindahan serangga berarti sama dengan kematian; (3) pengaruh faktor fisik. Pertimbangan utama dalam pembiakan musuh alami di laboratorium adalah memberikan lingkungan optimal terhadap musuh alami dan serangga inangnya. Kisaran lingkungan yang dapat ditolerir oleh tanaman atau makanan serangga inang biasanya lebih luas daripada oleh serangga inang. Apabila digunakan tanaman hidup, kondisi lingkungan perlu diatur agar masa pakainya dapat lebih lama (Mudjiono, 1994).

Perkembangbiakan serangga ordo Hymenoptera adalah *partenogenesis*, yang terdiri dari tiga tipe yaitu *arrhenotoky*, *deuterotoky* dan *thelyotoky*. Pada tipe *arrhenotoky*, jika telur di buahi (*diploid*) akan menghasilkan keturunan individu betina, sedang jika telur tidak di buahi (*haploid*) akan menghasilkan keturunan individu jantan. Keturunan betina bersifat *biparental* dan yang jantan bersifat *uniparental* (Debach, 1973).

Nisbah kelamin penting untuk perkembangan populasi dengan baik. Pada tipe *arrhenotoky* nisbah kelamin dapat menjadi masalah, baik pada pembiakan massal di laboratorium maupun pada pelepasan parasitoid di lapangan. White (1954 dalam Agus, 1991) mengatakan bahwa pada tipe *arrhenotoky*, jumlah serangga jantan ditentukan oleh jumlah telur yang tidak di buahi.

Nisbah kelamin pada serangga tipe *arrhenotoky* dapat dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik dan intrinsik. Faktor ekstrinsik yang dimaksud adalah (a) mortalitas yang berbeda selama perkembangan, (b) lamanya periode prakopulasi setelah keluar dari pupa, yang menentukan proporsi telur yang diletakkan sebelum

kopulasi, (c) kopulasi yang berlebihan, (d) perbedaan tanggap peletakan telur sebelum dan setelah kopulasi, (e) pemilihan tempat peletakan telur, dan (f) kecepatan peletakan telur. Faktor intrinsik adalah (a) jumlah telur yang diletakkan per satu kali penusukan ovipositor, (b) jumlah telur dalam ovarium yang siap untuk diletakkan, dan (c) adanya kecenderungan perkembangan poliembriyonik yang berbeda antara telur yang akan menjadi jantan dan betina (Flanders, 1946 dalam Agus, 1991).

Pada umumnya hubungan antara serangga hama (*inang*) dengan parasitoidnya adalah bertautan padat (*density dependent*). Jika populasi inang meningkat, maka populasi parasitoid juga akan meningkat dan dapat menekan kembali populasi inang tersebut. Dalam hal ini parasitoid mempunyai tanggap secara kuantitatif terhadap perubahan padat populasi inang (Agus, 1991).

2.3 Perbanyakan *Fopius* sp. (Hymenoptera: Braconidae)

Perbanyakan massal *Fopius arisanus* telah dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat – Agricultural Research Service (USDA-ARS) di Hawaii pada tahun 1990. Perbanyakan massal *Fopius arisanus* dilakukan menggunakan inang telur lalat buah Oriental, *Bactrocera* (= *Dacus*) *dorsalis* (Hendel) (Bautista, 1999).

Metode perbanyakan massal *F. arisanus* dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pertama, pemeliharaan imago parasitoid. Sangkar parasitoid (26 x 28 x 26 cm), berbentuk empat persegi panjang. Pada bagian dasar di lubangi (10.8 x 19.7 cm) dan difungsikan untuk proses peletakan telur oleh imago *F. arisanus* betina dan sebagai tempat peletakan telur (*oviposition dish*). Lubang tersebut ditutup dengan kassa berukuran 1 mm². Penggunaan kassa berukuran 1 mm² bertujuan agar ovipositor parasitoid betina dapat masuk melalui lubang kassa tersebut. Di bagian bawah kassa, diberikan *oviposition dish* yang berisi telur-telur lalat buah. Sebanyak 400-500 pasang imago *F. arisanus* dimasukkan ke dalam sangkar berukuran 26 x 28 x 26 cm dan diberi pakan berupa madu dan air. Madu digoreskan pada kassa yang terdapat pada bagian atas sangkar sedangkan air dimasukkan ke dalam sebuah wadah plastik dan diberi sumbu. Sangkar-sangkar parasitoid ditempatkan pada rak bertingkat berukuran 140 x 360 x 26 cm. Rak

bertingkat tersebut terbuat dari baja dan dapat digerakkan. Masing-masing rak dilengkapi dengan lampu fluorescent dengan jarak 35-40 cm dari atas sangkar parasitoid dengan $\sim 24,200$ lux. Kondisi lingkungan dalam ruang pemeliharaan diatur sekitar $24.2 \pm 1.2^\circ\text{C}$ dan kelembaban relatif $54.5 \pm 6\%$.

Tahap kedua, pemaparan inang pada parasitoid. Telur-telur inang (umur 1-4 jam) dipaparkan pada imago *F. arisanus*. Wadah peletakan telur berupa kotak makanan polystyrene (100 x 100 x 15 mm) (Labtek, Naperville, IL). Wadah peletakan telur diisi dengan ~ 70 ml agar (dengan melarutkan 1 bagian ekstrak bubuk gelcarin (FMC, Rockland, ME) dalam 100 bagian air). Setelah terbentuk gel maka gel tersebut dibiarkan hingga mengeras. Untuk menyerap kelebihan air dan memberikan tekstur kasar pada permukaan atas gel, diletakkan satu lapis tissue diatas permukaan gel. Kemudian di atas permukaan gel dibuat lubang, agar telur-telur inang mudah diletakkan. Jumlah telur inang yang diletakkan kedalam lubang gel diukur dengan *calibrated syringe* ($0.1 \text{ ml} = 2000 \pm 50$ telur-telur). Untuk meletakkan telur-telur di atas permukaan gel, digunakan kuas dengan ujung yang lembab. Kemudian telur-telur inang tersebut dipaparkan pada parasitoid dengan meletakkan *oviposition dish* dibawah sangkar parasitoid. Pemaparan dilakukan selama 20-22 jam.

Tahap ketiga, pemeliharaan larva inang dan metode pengumpulan pupa. Telur-telur inang yang telah selesai dipaparkan, di ambil dengan menaikkan substrat gel dengan spatula berukuran 7.5 cm. Kemudian substrat gel yang berisi telur-telur inang ditempatkan pada pakan buatan (Tanaka *et al.*, 1969 dalam Bautista *et al.*, 1999). Tujuan ditempatkan pada pakan buatan adalah agar telur-telur inang berkembang menjadi larva. Pakan buatan ditempatkan pada nampan pemeliharaan berukuran 77 x 40 x 8 cm. Nampan pemeliharaan tersebut ditumpuk dalam lemari larva dan disimpan pada $27.1 \pm 0.6^\circ\text{C}$ dan kelembaban relatif $70 \pm 10 \%$ selama 5 hari. Setelah 5 hari, disimpan pada $24.4 \pm 0.9^\circ\text{C}$ dan kelembaban relatif $73.8 \pm 12\%$. Penyimpanan larva dalam lingkungan yang lebih dingin dapat mengurangi proses metabolik yang dihasilkan selama perkembangan larva di dalam pakan buatan. Apabila kelembaban pada pakan buatan rendah maka dilakukan penambahan air sesuai kebutuhan. Enam sampai 7 hari setelah telur-telur inang dipaparkan pada parasitoid, larva inang keluar dari pakan buatan

dengan melompat dari nampan pemeliharaan (Vargas, 1989 dalam Bautista, 1999). Larva inang yang melompat dari nampan pemeliharaan dapat ditampung pada dasar lemari yang telah di isi vermiculite (media pupasi). Selama 24 jam setelah larva melompat hingga 3-4 hari setelahnya, larva dikumpulkan dan dimasukkan kedalam kotak pupasi (48 x 32 x 15 cm) pada kepadatan 40,000 larva (1 liter) per 10 liter vermiculite. Kotak pupasi disimpan pada $23.2 \pm 0.7^\circ\text{C}$ dan kelembaban relatif $71 \pm 8\%$ selama 7 hari. Kemudian vermiculite diayak dengan ayakan kassa berukuran 2 mm² untuk mendapatkan pupa. Contoh pupa yang diperoleh kemudian ditempatkan kedalam kotak plastik (d=3.5 cm) dan dipelihara hingga kemunculan parasitoid atau lalat buah. Jumlah parasitoid yang muncul dan pupa yang tidak ekslusi juga dihitung. Seks ratio parasitoid yang muncul juga dihitung. Prosedur yang telah dijelaskan di atas dilakukan secara rutin hingga akhir setiap siklus produksi (1 siklus produksi dimulai dengan pemaparan telur-telur inang pada parasitoid dan diakhiri dengan terbentuknya pupa). Pengamatan dilakukan untuk mengetahui jumlah total parasitoid yang dihasilkan, seks ratio (jantan : betina) yang dihasilkan, dan persentase pupa yang tidak ekslusi (Bautista, 1999).

Perbanyakan *Opius* sp. juga telah dilakukan di laboratorium P3TIR – BATAN pada tahun 2001. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemeliharaan laboratorium *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) belum berhasil dengan baik. Hal ini disebabkan kemampuan beradaptasi dari imago parasitoid yang rendah terhadap kondisi laboratorium dan kecenderungan keturunan yang dihasilkan adalah jantan. Pemeliharaan *Opius* sp. dilakukan dengan menggunakan larva lalat buah instar 3. Larva lalat buah instar 3 dimasukkan kedalam tabung plastik yang telah diisi 2/3 bagian resin dengan katalisator (50:1) (fial ekspose), kemudian ditutup dengan kain kasa dan diikat dengan karet. *Petridish* dimasukkan kedalam sangkar, kemudian diinfestasi dengan imago parasitoid selama 6 jam. Setelah 6 jam petridish dikeluarkan dari sangkar dan larva lalat buah diletakkan pada bak plastik yang telah diberi alas pasir steril sampai terbentuk pupa dan dipelihara sampai imago parasitoid muncul. Nisbah kelamin parasitoid yang muncul yaitu 5:1 (5 jantan dan 1 betina). Selama

kegiatan penelitian suhu rata-rata dalam laboratorium mencapai 26,5°C (Suherlan, 2002).

2.4 Biologi *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock

Menurut Drew dan Hancock, spesies lalat buah di Indonesia yang dahulu dikenal sebagai *Bactrocera dorsalis* Hendel lebih identik dengan spesies *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock. Karakteristik imago *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock mempunyai bentuk kepala agak lonjong dengan sepasang antena yang terdiri dari tiga ruas. Ocelli (mata tunggal) berbentuk segitiga dan berwarna hitam. Terdapat sepasang sayap di bagian thorak. Abdomen berbentuk oval, pada imago betina terdapat ovipositor yang berfungsi sebagai alat penusuk buah belimbing untuk meletakkan telurnya ke dalam buah (Drew & Hancock, 1994 dalam Wahyudi, 2005).

Telur lalat buah berwarna putih bening sampai kuning krem, dan berubah menjadi lebih tua mendekati saat menetas. Bentuk dan ukuran telur bervariasi, tergantung spesies lalat buah. Pada umumnya, telur berbentuk bulat panjang seperti pisang, dengan ujung meruncing. Panjang telur lalat buah sekitar 1,2 mm, dengan lebar 0,2 tergantung spesiesnya. Telur-telur tersebut diletakkan di bawah kulit buah. Tempat peletakan telur ditandai oleh cekungan kecil berwarna gelap. Telur-telur tersebut akan terlihat apabila cekungan kecil yang dibelah dengan pisau diamati di bawah mikroskop (Putra, 1997).

Larva berwarna putih kekuning-kuningan dengan panjang sekitar 10 mm. Larva lalat buah berbentuk khas. Bagian depan tubuhnya meruncing, lebih sempit daripada bagian belakang tubuh yang membesar dan *papak* seperti terpotong. Larva dapat bergerak dengan bantuan beberapa kaki palsu yang berbentuk tonjolan di bagian ventral tubuhnya. Larva lalat buah melewati tiga instar dalam waktu antara tujuh sampai sepuluh hari. Larva yang siap berpupa memiliki kemampuan melompat. Larva ini mempunyai warna tubuh yang lebih gelap (kuning tua) daripada larva instar sebelumnya. Selanjutnya, larva akan menjatuhkan diri ke dalam tanah, membentuk puparium dari kulit larva terakhirnya dan berpupa di dalam tanah. Pupa (kepompong) lalat buah berada di dalam puparium yang berbentuk tong dan berwarna cokelat tua. Perkembangan

pupa membutuhkan waktu sekitar 18 hari dan lama perkembangan pupa sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah. Pada tanah yang lebih lembab dengan aerasi baik, perkembangan pupa membutuhkan waktu yang lebih singkat (Putra, 1997).

Imago lalat buah muncul dari pupa biasanya pada jam 8-10 siang, satu jam kemudian mereka aktif dan mencari makan. Imago lalat buah bergerak di dalam dan di luar area pertanaman buah-buahan pada fase buah. Populasi lalat buah cenderung tinggi dengan semakin banyaknya buah yang tua. Tingkat kemasakan buah sangat menentukan populasi lalat buah. Menjelang peletakan telur imago akan memilih buah yang telah masak. Hal ini disebabkan kulit buah yang lunak dapat mempermudah lalat buah betina meletakkan telur dengan ovipositorinya. Selain itu, aroma buah yang khas mampu merangsang lalat buah untuk datang dan meletakkan telur (Putra, 1997).

Siklus hidup *B. carambolae* Drew & Hancock adalah periode telur, larva dan pupa rata-rata berlangsung selama berturut-turut $1,7 \pm 0,1$ hari (1,5-1,9 hari); $9,8 \pm 1,2$ hari (7-14 hari dan $12,5 \pm 0,9$ hari (11-17 hari). Secara keseluruhan daur hidup *B. carambolae* berlangsung rata-rata 24,0 hari (20-33 hari). Imago *B. carambolae* jantan dan betina mencapai umur dewasa seksual setelah berumur 10 hari (Subahar, 1997).

Kuswadi (2000) menyatakan bahwa lalat buah dapat dipelihara di laboratorium dengan menggunakan makanan buatan. Pada makanan buatan larva lalat buah dapat tumbuh lebih cepat sehingga stadium larva menjadi lebih pendek yaitu 7-10 hari daripada larva yang hidup pada buah belimbing yaitu 12-15 hari. Berarti dengan menggunakan makanan buatan pemeliharaan bukan saja lebih mudah, tetapi larva lebih cepat membentuk kepompong. Stadium kepompong berlangsung selama 7-10 hari. Lalat muncul dari kepompong pada siang hari. Lalat dapat hidup sampai 22 minggu dan bertelur setelah berumur 14 hari.

III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2008.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sangkar (15x15x15 cm), bak plastik (38x27x10 cm), fial plastik, kuas, pinset kayu, petridish (diameter 9 cm), ayakan (2 mm²), hand counter, mikroskop, botol peneluran, nampan plastik.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah imago *Fopius* sp., larva *Bactrocera carambolae* instar III, buah belimbing, serbuk gergaji, aquadest, madu, kapas, kain kasa, karet gelang, kertas koran, dedak gandum, ragi roti, gula pasir, nipagen, natrium benzoate.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

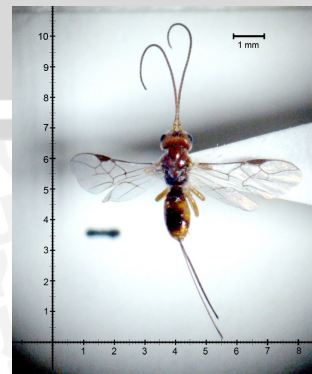
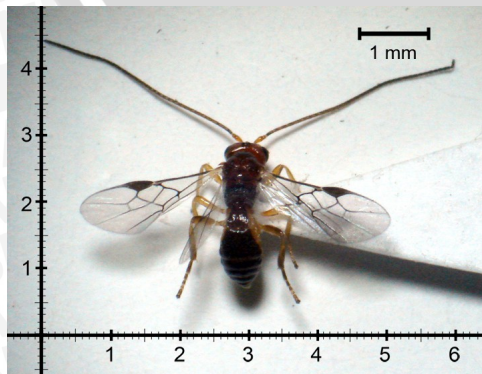
Penyiapan Parasitoid dan Inang

Parasitoid. Parasitoid *Fopius* sp. yang digunakan adalah parasitoid yang dikumpulkan dari pertanaman belimbing di Blitar. Untuk mendapatkan imago *Fopius* sp., dilakukan pengumpulan buah belimbing yang jatuh disekitar pertanaman belimbing (Gambar 2).



Gambar 2. Buah belimbing yang diperoleh dari lapangan

Buah belimbing yang telah terkumpul dibawa ke laboratorium Entomologi. Setelah itu, buah belimbing dimasukkan ke dalam bak plastik (38x27x10 cm) yang pada bagian dasar telah diberi serbuk gergaji setebal 1-2 cm. Tujuan pemberian serbuk gergaji adalah untuk media pupasi di laboratorium. Kemudian, bak plastik tersebut ditutup dengan kain kassa. Setelah 2 hari, serbuk gergaji yang terdapat di dalam bak plastik diayak untuk mendapatkan pupa. Pengayakan serbuk gergaji dilakukan setiap 2 hari sekali sampai pupa tidak ditemukan lagi. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan ayakan (2 mm²). Selanjutnya, pupa yang terkumpul diletakkan pada petridish dan dimasukkan ke dalam sangkar kaca. Pupa yang berada di dalam sangkar kaca, dibiarkan hingga kemunculan imago parasitoid. Imago parasitoid yang muncul diseleksi dan dipisahkan antara imago *Fopius* sp. dengan imago parasitoid yang lain. Imago *Fopius* sp. (Gambar 3) yang diperoleh digunakan untuk melakukan perbanyakan parasitoid. Imago *Fopius* sp. dipelihara dengan diberi pakan larutan madu 10%. Larutan madu 10% diteteskan pada kapas yang digantung di dalam sangkar kaca. Pemberian larutan madu 10% pada kapas dilakukan setiap hari.



A

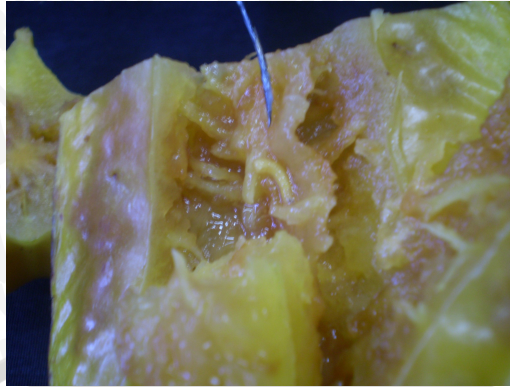
B

Gambar 3. Imago *Fopius* sp. a. jantan; b. betina

Inang. Serangga inang yang digunakan dalam perbanyakan *Fopius* sp. adalah larva *B. carambolae*. Serangga inang tersebut dibiakkan dengan dua cara, yaitu dengan pakan buatan dan dengan pakan alami. Untuk mendapatkan larva *B. carambolae* yang dibiakkan dengan pakan buatan, cara yang harus dilakukan adalah dengan panen telur *B. carambolae*. Telur *B. carambolae* diperoleh dari perbanyakan massal lalat buah *B. carambolae* di laboratorium Rearing. Telur *B. carambolae* tersebut diinokulasikan pada pakan buatan. Pakan buatan diletakkan pada nampan plastik dan dimasukkan kedalam bak plastik yang telah diberi serbuk gergaji. Setelah 7-8 hari, larva *B. carambolae* yang ada di dalam pakan buatan telah berkembang menjadi larva instar III. Kemudian larva *B. carambolae* instar III diambil dan diletakkan pada petridish. Pengambilan larva *B. carambolae* instar III dapat dilakukan dengan cara memisahkan larva *B. carambolae* instar III dengan pakan buatan. Larva *B. carambolae* instar III tersebut dapat digunakan sebagai inang dari *Fopius* sp.

Larva *B. carambolae* yang dibiakkan dengan pakan alami (buah belimbing) dapat diperoleh dengan cara dengan cara memaparkan buah belimbing pada imago lalat buah *B. carambolae*. Imago *B. carambolae* yang digunakan pada pemaparan buah belimbing telah mencapai umur dewasa seksual yaitu berumur 10 hari. Pemaparan buah belimbing pada imago *B. carambolae* dilakukan selama 24 jam. Setelah 24 jam, buah belimbing diambil dari dalam sangkar imago *B. carambolae*. Kemudian, buah belimbing tersebut disimpan selama 4 hari sampai telur *B. carambolae* yang berada di dalam buah belimbing berkembang menjadi larva *B. carambolae* instar III. Setelah 4 hari, larva *B. carambolae* yang berada didalam buah belimbing dapat digunakan sebagai inang dari *Fopius* sp. (Gambar 4).





Gambar 4. Larva *B. carambolae* yang berada didalam buah belimbing.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian, *Fopius* sp. diperbanyak dengan menggunakan dua cara, yaitu dengan larva *B. carambolae* pada petridish dan dengan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing.

1. *Fopius* sp. diperbanyak dengan larva *B. carambolae* pada petridish

Imago *Fopius* sp. yang digunakan dalam perbanyakan, diperoleh dari seleksi imago parasitoid yang muncul dari pupa lalat buah. Imago *Fopius* sp. jantan muncul lebih awal daripada imago *Fopius* sp. betina. Imago *Fopius* sp. jantan (umur \pm 2 hari setelah keluar dari pupa inang) dan imago *Fopius* sp. betina (umur 1-2 jam setelah keluar dari pupa inang) dimasukkan ke dalam sangkar berukuran 15x15x15 cm. Populasi awal imago *Fopius* sp. yang digunakan adalah 46 jantan : 47 betina. Imago *Fopius* sp. yang berada di dalam sangkar diberi pakan larutan madu 10%. Larutan madu 10% diteteskan pada kapas dan digantungkan di dalam sangkar. Pemberian larutan madu 10% pada kapas dilakukan setiap hari.

Larva *B. carambolae* instar III yang diperoleh dari pemeliharaan pakan buatan diletakkan pada petridish. Petridish yang digunakan telah diberi parafin. Pemberian parafin pada petridish agar permukaan atas petridish menjadi lebih dangkal. Hal ini berfungsi agar larva *B. carambolae* instar III yang diletakkan di atas parafin dapat dijangkau oleh ovipositor imago *Fopius* sp. betina. Sebelum

larva *B. carambolae* instar III diletakkan di atas parafin, terlebih dahulu diberi sedikit air. Tujuan pemberian sedikit air agar permukaan parafin lebih lembab dan agar pergerakan larva *B. carambolae* di dalam petridish dapat dihindari. Setelah larva *B. carambolae* instar III diletakkan pada petridish kemudian petridish ditutup dengan kain kassa dan diikat dengan karet gelang. Larva *B. carambolae* yang diletakkan ke dalam petridish adalah ± 100 larva = 4,5 ml. Kemudian larva *B. carambolae* instar III pada petridish dipaparkan pada *Fopius* sp. (Gambar 5).



Gambar 5. Larva *B. carambolae* pada petridish dipaparkan dalam sangkar imago *Fopius* sp.

Pemaparan dilakukan selama 2 jam dan dilakukan pada pagi hari (07.00 – 09.00 WIB). Setelah 2 jam, larva *B. carambolae* instar III diambil dan dimasukkan ke dalam kotak. Kotak tersebut telah diisi serbuk gergaji setebal 1-2 cm. Pemeliharaan dilakukan hingga larva *B. carambolae* menjadi pupa. Pengumpulan pupa dilakukan dengan mengayak serbuk gergaji dengan ayakan (2 mm²). Pupa yang terkumpul kemudian dimasukkan ke dalam fial plastik hingga kemunculan imago *Fopius* sp.. Pemaparan larva *B. carambolae* instar III dilakukan setiap hari hingga imago *Fopius* sp. mati. Dilakukan penggantian dengan inang yang baru dalam setiap kali pemaparan. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui persen parasitisasi, jumlah parasitoid yang muncul, siklus hidup parasitoid, seks ratio parasitoid yang muncul, dan lama hidup parasitoid. Persen parasitisasi dihitung dengan rumus Wong dan Ramadan (1987).

$$\text{Persen parasitisasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah pupa terparasit}}{\text{Jumlah pupa}} \times 100\%$$

Jumlah pupa

2. *Fopius* sp. diperbanyak dengan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing

Imago *Fopius* sp. yang digunakan dalam perbanyakan, diperoleh dari seleksi imago parasitoid yang muncul dari pupa lalat buah. Imago *Fopius* sp. jantan muncul lebih awal daripada imago *Fopius* sp. betina. Imago *Fopius* sp. jantan (umur \pm 2 hari setelah keluar dari pupa inang) dan imago *Fopius* sp. betina (umur 1-2 jam setelah keluar dari pupa inang) dimasukkan ke dalam sangkar berukuran 15x15x15 cm. Imago *Fopius* sp. yang berada di dalam sangkar diberi pakan madu 10%. Larutan madu 10% diteteskan pada kapas dan digantungkan di dalam sangkar. Pemberian larutan madu 10% pada kapas dilakukan setiap hari. Kemudian, larva *B. carambolae* dalam buah belimbing dimasukkan ke dalam sangkar imago *Fopius* sp. (Gambar 6). Jumlah larva *B. carambolae* yang ada di dalam buah belimbing dipengaruhi oleh banyaknya telur yang diletakkan oleh lalat buah *B. carambolae* betina. Pada setiap pemaparan inang pada imago *Fopius* sp. dibutuhkan 1 buah belimbing/sangkar.



Gambar 6. Larva *B. carambolae* dalam buah belimbing dipaparkan dalam sangkar imago *Fopius* sp.

Pemaparan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing pada imago *Fopius* sp. dilakukan selama 24 jam. Setelah 24 jam, buah belimbing tersebut di ambil dan diletakkan pada kotak. Pada kotak telah diberi serbuk gergaji setebal 1-2 cm. Pemaparan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing pada imago *Fopius* sp.

dilakukan setiap hari hingga imago *Fopius* sp. mati. Dilakukan penggantian dengan inang yang baru dalam setiap kali pemaparan. Populasi awal parasitoid yang digunakan dalam perbanyakan dibedakan menjadi dua, yaitu 3 jantan : 3 betina dan 3 jantan : 6 betina. Waktu yang digunakan dalam pemaparan pada imago *Fopius* sp. adalah pagi hari.

Pemeliharaan dilakukan hingga larva *B. carambolae* keluar dari buah belimbing dan menjadi pupa. Pengumpulan pupa dilakukan dengan mengayak serbuk gergaji dengan ayakan (2 mm²). Pupa yang terkumpul kemudian dimasukkan ke dalam fial plastik hingga kemunculan imago *Fopius* sp..

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui persen parasitisasi, jumlah parasitoid yang muncul, siklus hidup parasitoid, seks ratio parasitoid yang muncul, dan lama hidup parasitoid. Persen parasitisasi dihitung dengan rumus Wong dan Ramadan (1987).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perilaku parasitoid *Fopius* sp.

Berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan penelitian di laboratorium, diketahui bahwa perilaku parasitoid *Fopius* sp. meliputi perilaku pengenalan inang dan perilaku oviposisi (peletakan telur). Perilaku pengenalan inang ditandai dengan adanya gerakan antena pada permukaan inang. Pergerakan antena yang dilakukan oleh imago *Fopius* sp. bertujuan untuk mendeteksi lokasi inang. Imago *Fopius* sp. mendeteksi lokasi inang pada permukaan kain kassa penutup inang dan permukaan buah belimbing.

Perilaku oviposisi juga ditandai dengan pergerakan antena. Ketika imago *Fopius* sp. betina melakukan pencarian inang dan selama proses oviposisi, imago *Fopius* sp. betina seringkali menggetarkan sayap dengan cepat dan tidak teratur. Apabila inang telah ditemukan, imago *Fopius* sp. betina akan merendahkan abdomen dan menusukkan ovipositor ke dalam tubuh inang. Kemudian, imago *Fopius* sp. betina tersebut meletakkan telur di bawah kulit inang. Pada saat proses oviposisi, tubuh imago *Fopius* sp. betina terlihat kejang dan posisi abdomen menempel pada permukaan inang. Tungkai belakang imago *Fopius* sp. betina terlihat agak menekuk sedangkan tungkai tengah dan tungkai depan agak meninggi. Setelah imago *Fopius* sp. betina melakukan oviposisi, seringkali imago *Fopius* sp. betina membersihkan ovipositornya dengan tungkai belakang. Sedangkan antena dibersihkan dengan tungkai depan. Setelah itu, imago *Fopius* sp. betina menjauh dari inang.

4.2 Perbanyak *Fopius* sp. dengan larva *B. carambolae* pada petridish

a. Persen parasitisasi *Fopius* sp.

Persen parasitisasi *Fopius* sp. yang dipaparkan dengan larva *B. carambolae* pada petridish adalah 0,94%-3,64% (Tabel 1). Persen parasitisasi tertinggi terjadi pada pemaparan hari ke-1 (3,64%) dan terendah pada pemaparan hari ke-9 (0,94%). Pada pemaparan hari ke-10 sudah tidak terjadi parasitisasi karena hasil persen parasitisasi adalah 0%.

Tabel 1. Persen parasitisasi *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* pada petridish

pemaparan hari ke-	populasi inang (n)	jumlah keturunan parasitoid			parasitasi (%)
		jantan	betina	total	
1	110	3	1	4	3,64%
2	105	2	1	3	2,86%
3	118	2	0	2	1,69%
4	107	1	1	2	1,87%
5	113	2	0	2	1,77%
6	117	1	1	2	1,71%
7	108	2	0	2	1,85%
8	115	1	1	2	1,74%
9	106	1	0	1	0,94%
10	109	0	0	0	0%

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa parasitisasi *Fopius* sp. rendah setelah beberapa hari. Hal ini dapat disebabkan karena imago *Fopius* sp. yang dipelihara di dalam kondisi laboratorium mengalami penurunan parasitisasi setelah beberapa hari. Penurunan parasitisasi terjadi pada pemaparan hari ke-2 hingga ke-9. Selain itu, dapat diduga bahwa penurunan parasitisasi *Fopius* sp. dapat terjadi akibat inang yang dipaparkan tidak sesuai sehingga parasitisasi tidak dapat terjadi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agus (1991), kesesuaian inang dapat mempengaruhi proses parasitisasi, walaupun parasitoid telah berhasil meletakkan telur pada inangnya, tetapi belum tentu inang tersebut sesuai dengan perkembangan parasitoid.

Penurunan parasitisasi *Fopius* sp. dapat juga dipengaruhi oleh lama hidup *Fopius* sp. dalam kondisi laboratorium. Tingginya persen parasitisasi pada

pemaparan hari ke-1 karena jumlah imago *Fopius* sp. yang masih bertahan hidup dalam kondisi laboratorium cukup banyak. Sedangkan pada pemaparan hari ke-9, parasitisasi cenderung rendah akibat jumlah imago *Fopius* sp. mengalami penurunan dalam kondisi laboratorium.

Senyawa kimia juga dapat membantu parasitoid untuk mengidentifikasi arah dimana inang itu berada. Larva *B. carambolae* pada petridish diduga dapat mengeluarkan suatu senyawa kimia. Senyawa kimia tersebut digunakan oleh parasitoid *Fopius* sp. menemukan inangnya yang tertutup oleh kain kasa. Tetapi karena senyawa kimia yang dikeluarkan larva *B. carambolae* tidak mampu diterima dengan baik oleh *Fopius* sp. maka imago *Fopius* sp. jarang sekali mendekati inang yang berada di dalam petridish. Alasan yang dapat dikemukakan apabila senyawa kimia tidak mampu diterima dengan baik oleh *Fopius* sp. karena larva *B. carambolae* yang digunakan diperoleh dari pemeliharaan dengan pakan buatan. Hal ini akan sangat berbeda apabila larva *B. carambolae* dalam buah belimbing.

b. Jumlah parasitoid *Fopius* sp. yang muncul

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah parasitoid yang muncul dari hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* pada petridish yaitu jumlah keturunan parasitoid jantan (15 parasitoid) dan jumlah keturunan parasitoid betina (5 parasitoid) (Tabel lampiran 3). Dari hasil tersebut, jumlah keturunan parasitoid mengalami penurunan dari jumlah populasi awal yaitu parasitoid jantan (46 parasitoid) dan parasitoid betina (47 parasitoid).

Rendahnya jumlah keturunan parasitoid disebabkan oleh kurangnya kepadatan populasi awal parasitoid di dalam laboratorium. Bautista, (1999) menyatakan bahwa dalam program perbanyakkan yang telah dilakukan di laboratorium, dibutuhkan *F. arisanus* sebanyak 400-500 pasang dengan ukuran sangkar (26x28x26 cm) pada populasi awal. Jadi dapat diduga penurunan jumlah parasitoid yang muncul akibat kurangnya kepadatan populasi awal parasitoid sehingga tingkat parasitisasi juga mengalami penurunan. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan imago *Fopius* sp. melakukan perkawinan di laboratorium. Hal ini diperkuat dengan penelitian Suherlan, (2002) yang

menunjukkan bahwa dari hasil penelitian terhadap perilaku kawin *Opius* sp. diduga bahwa imago betina memiliki sifat *parthenogenesis*, yaitu menghasilkan keturunan tanpa harus melakukan perkawinan. Keturunan yang dihasilkan kebanyakan jantan. Haramoto, (1953 dalam Bautista, 1999) menjelaskan bahwa percobaan tentang biologi dan perilaku *Fopius arisanus* sudah pernah dicoba di laboratorium dan hasil pemeliharaan *F. arisanus* tidak sukses. Alasan yang mendasari pemeliharaan *F. arisanus* tidak sukses karena imago-imago *F. arisanus* jarang kawin. Oleh karena itu, jumlah keturunan betina rendah atau nol.

c. Siklus hidup parasitoid *Fopius* sp.

Siklus hidup dapat di definisikan sebagai suatu rangkaian berbagai stadia yang terjadi pada seekor serangga selama pertumbuhannya, sejak dari telur sampai menjadi imago (Jumar, 2000). Siklus hidup parasitoid *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* pada petridish cenderung lebih pendek. Hal ini karena larva *B. carambolae* telah berumur 7-8 hari dan sudah menjelang masa pre-pupa. Sehingga dapat diketahui bahwa siklus hidup parasitoid *Fopius* sp. sekitar 11,5 – 13 hari (Tabel lampiran 10).

d. Seks ratio parasitoid yang muncul

Seks ratio merupakan perbandingan antara serangga jantan dan betina yang dihasilkan oleh seekor parasitoid betina (Pabbage, 2007). Seks ratio dihitung dengan cara membandingkan jumlah parasitoid *Fopius* sp. jantan dan jumlah parasitoid *Fopius* sp. betina yang muncul. Seks ratio dari keturunan *Fopius* sp. yang dipaparkan pada larva *B. carambolae* pada petridish yaitu 1,4 jantan dan 1 betina (Tabel lampiran 9). Berdasarkan hasil diatas, diketahui bahwa seks ratio jantan lebih tinggi dari betina. Hal ini dapat diduga bahwa imago betina memiliki sifat *parthenogenesis*, yaitu menghasilkan keturunan tanpa harus melakukan perkawinan, keturunan yang dihasilkan kebanyakan jantan (*arrhenotoky*).

Nisbah kelamin penting untuk perkembangan populasi dengan baik. Pada tipe *arrhenotoky* nisbah kelamin dapat menjadi masalah, baik pada pembiakan massal di laboratorium maupun pada pelepasan parasitoid di lapangan. White

(1954 dalam Agus, 1991) mengatakan bahwa pada tipe *arrhenotoky*, jumlah serangga jantan ditentukan oleh jumlah telur yang tidak dibuahi.

Nisbah kelamin pada serangga tipe *arrhenotoky* dapat dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik dan intrinsik. Faktor ekstrinsik yang dimaksud adalah (a) mortalitas yang berbeda selama perkembangan, (b) lamanya periode prakopulasi setelah keluar dari pupa, yang menentukan proporsi telur yang diletakkan sebelum kopulasi, (c) kopulasi yang berlebihan, (d) perbedaan tanggap peletakan telur sebelum dan setelah kopulasi, (e) pemilihan tempat peletakan telur, dan (f) kecepatan peletakan telur. Faktor intrinsik adalah (a) jumlah telur yang diletakkan per satu kali penusukan ovipositor, (b) jumlah telur dalam ovarium yang siap untuk diletakkan, dan (c) adanya kecenderungan perkembangan poliembrionik yang berbeda antara telur yang akan menjadi jantan dan betina (Flanders, 1946 dalam Agus, 1991).

e. Lama hidup parasitoid *Fopius* sp.

Lama hidup imago betina parasitoid diamati dengan memelihara imago betina dengan diberi pakan dan inang atau tidak diberi inang (Karindah, 2004). Dari data yang diperoleh bahwa lama hidup *Fopius* sp. ketika dipaparkan dengan larva *B. carambolae* pada petridish yaitu imago *Fopius* sp. jantan (5,9 hari) dan imago *Fopius* sp. betina (7,1).

Pada dasarnya lama hidup imago *Fopius* sp. jantan lebih pendek daripada lama hidup imago *Fopius* sp. betina. Hal ini dipengaruhi oleh waktu kemunculan parasitoid *Fopius* sp. dari pupa inang. Imago parasitoid muncul dari pupa inang, biasanya beberapa hari setelah kemunculan lalat buah dari pupa yang tidak terparasit, dengan kemunculan jantan sekitar 2 hari lebih cepat dari betina (Haramoto, 1953 dalam Bautista, 1999).

Pemberian larutan madu 10% sebagai pakan imago parasitoid dapat memberikan pengaruh positif terhadap lama hidup imago di dalam laboratorium. Hal ini sesuai dengan pernyataan Debach, (1973) yang menyatakan bahwa madu/nektar dapat digunakan untuk memperpanjang umur parasitoid, menambah keperidian dan menambah efektivitas parasitoid. Hal ini karena madu/nektar mengandung asam amino.

4.3 Perbanyakkan *Fopius* sp. dengan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing

a. Persen parasitisasi *Fopius* sp.

Persen parasitisasi *Fopius* sp. yang dipaparkan dengan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing adalah 1,24%-29,34%. Persen parasitisasi tersebut terjadi pada rasio 3 jantan : 3 betina. Sedangkan persen parasitisasi *Fopius* sp. yang dipaparkan dengan larva *B. carambolae* dalam buah belimbing adalah 1,38%-45,67%. Persen parasitisasi tersebut terjadi pada rasio 3 jantan : 6 betina (Tabel 2). Kecenderungan rendahnya tingkat parasitisasi *Fopius* sp. pada rasio 3 jantan : 3 betina apabila dibandingkan dengan rasio 3 jantan : 6 betina disebabkan karena jumlah betina yang lebih sedikit (3:3) daripada jumlah betina (6:2). Penyebab ini dapat menurunkan kemampuan betina dalam proses peletakan telur pada inang.

Tabel 2. Persen parasitisasi *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing

pemaparan hari ke-	3 jantan : 3 betina		3 jantan : 6 betina	
	populasi inang (n)	parasitisasi %	populasi inang (n)	parasitisasi %
1	144,1	2 (1,39%)	113	0%
2	80,88	1 (1,24%)	144,6	2 (1,38%)
3	90,25	0%	62	4 (6,45%)
4	89,2	4 (4,48%)	123,5	0%
5	29,4	2 (6,8%)	31,29	0%
6	64,75	19 (29,34%)	170,75	10 (5,86%)
7	47	7 (14,89%)	87,75	4 (4,56%)
8	36,33	4 (11,01%)	57,75	2 (3,46%)
9	8,6	0%	22,75	0%
10	11,6	0%	25	2 (8%)
11	5,5	0%	18,6	2 (10,75%)
12	1	0%	3,5	0%
13	15	0%	55,33	0%
14	10	0%	14	0%
15	12	0%	10,33	0%
16	16	0%	22,66	3 (13,27%)
17	13	0%	50	10 (20%)
18	6	0%	15,33	7 (45,67%)
19	75	0%	16	0%

20	26	0%	26,3	0%
21	82	0%	34,3	0%
22	40	0%	70	7 (10%)
23	-	-	22	5 (22,73%)

Senyawa kimia juga dapat membantu parasitoid untuk mengidentifikasi arah dimana inang itu berada. Pada larva *B. carambolae* dalam buah belimbing diduga mengeluarkan suatu senyawa kimia dan buah belimbing yang rusak akibat infestasi larva lalat buah diduga mengeluarkan senyawa kimia (bersifat *volatile*). Kedua senyawa kimia ini digunakan oleh parasitoid *Fopius* sp. dalam menemukan inangnya yang berada didalam buah belimbing. Dari hasil pengamatan selama proses pemaparan buah belimbing pada imago *Fopius* sp., setelah beberapa jam imago *Fopius* sp. mulai mampu mengenali inangnya yang berada di dalam buah belimbing. Hal ini dapat diduga karena pengaruh senyawa kimia yang dikeluarkan oleh inang maupun buah belimbing (bersifat *volatile*). Dari hasil persen parasitisasi rata-rata, dapat diketahui bahwa parasitisasi mengalami peningkatan hingga 9,88%-12,68% (Tabel 3).

Tabel 3. Persen parasitisasi rata-rata *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing

Inang	parasitisasi (%)
larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)	9,88%
(3 jantan : 6 betina)	12,68%

b. Jumlah parasitoid *Fopius* sp. yang muncul

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah parasitoid yang muncul dari hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing yaitu jumlah keturunan parasitoid jantan (12 parasitoid) dan jumlah keturunan parasitoid betina (17 parasitoid) pada rasio 3 jantan : 3 betina. Sedangkan jumlah keturunan parasitoid jantan (33 parasitoid) dan jumlah keturunan parasitoid betina (14 parasitoid) pada rasio 3 jantan : 6 betina (Tabel 4).

Tabel 4. Jumlah keturunan parasitoid *Fopius* sp. yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing

Inang	jumlah populasi parasitoid awal		jumlah keturunan parasitoid	
	Jantan	Betina	jantan	betina
larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)	30	30	12	17
(3 jantan : 6 betina)	30	60	33	14

Dari Tabel 4, dapat diketahui bahwa rendahnya jumlah parasitoid *Fopius* sp. yang muncul dapat diduga akibat kurangnya kepadatan populasi imago *Fopius* sp. dalam masing-masing sangkar. Sehingga jumlah total populasi parasitoid yang dihasilkan menurun.

c. Siklus hidup parasitoid *Fopius* sp.

Siklus hidup parasitoid *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing cenderung lebih lama yaitu sekitar 17,3-18,6 hari (Tabel lampiran 11). Kemunculan imago *Fopius* sp. jantan terjadi pada 17,3 hari setelah pemaparan buah belimbing pada imago *Fopius* sp. sedangkan kemunculan imago *Fopius* sp. betina terjadi pada 18,6 hari setelah pemaparan buah belimbing pada imago *Fopius* sp.

d. Seks ratio parasitoid yang muncul

Seks ratio dihitung dengan cara membandingkan jumlah parasitoid *Fopius* sp. jantan dan jumlah parasitoid *Fopius* sp. betina yang muncul. Seks ratio yang muncul ketika *Fopius* sp. dipaparkan pada larva *B. carambolae* dalam buah belimbing adalah *Fopius* sp. jantan (1,2) dan *Fopius* sp. betina (1) pada (3 jantan : 3 betina). Sedangkan pada ratio 3 jantan : 6 betina seks ratio yang dihasilkan yaitu 3,5 jantan : 1 betina, seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata seks ratio parasitoid yang muncul

Inang	Jantan	Betina
larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)	1,2	1

Dari Tabel 5 diketahui bahwa seks ratio jantan lebih tinggi dari betina. Hal ini dapat diduga bahwa imago betina memiliki sifat *parthenogenesis*, yaitu menghasilkan keturunan tanpa harus melakukan perkawinan, keturunan yang dihasilkan kebanyakan jantan (*arrhenotoky*). Pada tipe *arrhenotoky* nisbah kelamin dapat menjadi masalah, baik pada pembiakan massal di laboratorium maupun pada pelepasan parasitoid di lapangan. White (1954 dalam Agus, 1991) mengatakan bahwa pada tipe *arrhenotoky*, jumlah serangga jantan ditentukan oleh jumlah telur yang tidak di buahi.

e. Lama hidup parasitoid *Fopius* sp.

Lama hidup parasitoid *Fopius* sp. di amati mulai hari pertama imago dimasukkan kedalam sangkar parasitoid sampai imago tersebut mati. Dari data yang diperoleh bahwa lama hidup *Fopius* sp. ketika dipaparkan dengan larva *B. carambolae* yang berada di dalam buah belimbing yaitu pada perbandingan 3:3 imago *Fopius* sp. jantan (5,4 hari) dan imago *Fopius* sp. betina (6,6 hari) sedangkan pada perbandingan 3:6 imago *Fopius* sp. jantan (4,8 hari) dan imago *Fopius* sp. betina (10,3 hari) (Tabel 6).

Tabel 6. Rerata lama hidup imago *Fopius* sp.

Inang	Jantan	Betina
larva <i>B. carambolae</i> dalam buah belimbing		
(3 jantan : 3 betina)	5,4 hari	6,6 hari
(3 jantan : 6 betina)	4,8 hari	10,3 hari

Pada dasarnya lama hidup imago *Fopius* sp. jantan lebih pendek daripada lama hidup imago *Fopius* sp. betina. Hal ini dipengaruhi oleh waktu kemunculan parasitoid *Fopius* sp. dari pupa inang. Imago parasitoid muncul dari pupa inang, biasanya beberapa hari setelah kemunculan lalat buah dari pupa yang tidak

terparasit, dengan kemunculan jantan sekitar 2 hari lebih cepat dari betina (Bautista, 1999).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perbanyak *Fopius* sp. yang dilakukan di laboratorium belum bisa memberikan hasil yang maksimal karena disebabkan oleh rendahnya kemampuan hidup (lama hidup) imago *Fopius* sp. pada kondisi laboratorium dan kurangnya kerapatan populasi awal parasitoid dalam kegiatan perbanyak di laboratorium.
2. Perbanyak *Fopius* sp. pada larva *B. carambolae* dalam buah belimbing dapat memberikan hasil lebih baik daripada perbanyak *Fopius* sp. dengan larva *B. carambolae* pada petridish. Hal ini dapat ditunjukkan dengan peningkatan dalam persen parasitisasi dan peningkatan keturunan parasitoid yang muncul.

5.2. Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan hidup (lama hidup) imago *Fopius* sp. rendah dalam kondisi laboratorium sehingga diperlukan penelitian kembali dengan mengatur faktor fisik dalam kondisi laboratorium agar dapat di tolerir oleh imago *Fopius* sp.

2. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah parasitoid yang dihasilkan rendah dalam laboratorium sehingga diperlukan penelitian kembali yang menggunakan populasi awal parasitoid lebih banyak daripada populasi parasitoid yang telah digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Nurariaty. 1991. Biologi Parasitoid Telur *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) dan *Telenomus* sp. (Hym.: Scelionidae) pada Penggerek Padi Kuning *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lep.: Pyralidae). Tesis. Fakultas Pascasarjana – Institut Pertanian Bogor.
- Bautista, R. C., Noboru Mochizuki, John P. Spencer, Ernest J. Harris dan Dwayne M. Ichimura. 1999. Mass-Rearing of the Tephritid Fruit Fly Parasitoid *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 15: 137-144.
- Debach, P. dan Evert I. Schlinger. 1973. *Biological Control of Insect Pests & Weeds*. Chapman and Hill Ltd. London. 844 hlm.
- Faris, A. R. 2008. Fluktuasi Populasi *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) dan Parasitoidnya pada Pertanaman Belimbing (*Averrhoa carambola* L.). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- [Harris, E. J.](#) dan R. Y. Okamoto. 1991. A method for rearing *Biosteres arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in the laboratory. *Journal of Economic Entomology* 84 (2) : 417-422.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Karindah, S., Sultanto, E. Siswanto, dan L. Sulistyowati. 2004. Parasitoid Larva-Pupa *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) pada *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) di Pertanaman Kubis Kecamatan Batu dan Poncokusumo, Kabupaten Malang. *Jurnal Entomologi Indonesia* 2 (1) : 61-68.

- Kuswadi, A. N., I. A. Nasution, M. Indarwatmi dan Darmawi. 1999. Pembiakan Massal Lalat Buah *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock dengan Makanan Buatan. Dalam Laporan Akhir Pelaksanaan RUT VI 1997/2000. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi – BATAN. Jakarta.
- Mudjiono, G. 1994. Pengendalian Hayati Terhadap Serangga Hama – Peranan Serangga Entomofagus. Lembaga Penerbitan Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 178 hlm.
- Pabbage, M. S. dan J. Tandiang. 2007. Parasitasi *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) pada Berbagai Tingkat Populasi dan Generasi Biakan Parasitoid terhadap Telur Penggerek Batang Jagung *Ostrinia furnacalis* Guenée. *Agritrop*. 26 (1) : 41 – 50.
- Putra, Nugroho Susetya. 1997. Hama Lalat Buah dan Pengendaliannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 44 hlm.
- Rousse, P., E. J. Harris dan S. Quilici. 2005. *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of Tephritidae. *Biocontrol News and Information* 26 (2), 59N-69N.
- Setiowati, M. 2005. Biologi *Fopius* sp. Parasitoid Lalat Buah *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 41 hlm.
- Subahar, T.S dan H.T. Widarto. 1997. Daur hidup Lalat buah Belimbing (*Bactrocera carambolae*) Drew & Hancock. Jurusan Biologi, FMIPA – ITB. Dalam prosiding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V dan Symposium Entomologi. Bandung, 24-26 Juni 1997.
- Suherlan, A. R. 2002. Biologi *Opius* sp. Parasitoid Lalat Buah *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). Skripsi. Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 37 hlm.
- Untung, K. 1980. Usaha Untuk Mengukur Besarnya Hambatan Peningkatan Produksi Sayuran dan Buah-buahan oleh Serangan Lalat Buah (Tephritidae: Diptera) di Jawa Timur. Laporan Proyek Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Dirjen PT. Depdikbud RI. 40 hlm.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi kedua). Gadjah Mada University Press. 348 hlm.
- Wahyudi, S. 2005. Studi Parasitasi Parasitoid Lalat Buah (*Bactrocera carambolae*) Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) pada Pertanaman Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) di Kabupaten Blitar. Skripsi. Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 42 hlm.



Tabel lampiran 1. persen parasitisasi *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)

pemaparan hari ke-	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		ulangan 4		ulangan 5		ulangan 6		ulangan 7		ulangan 8		ulangan 9		ulangan 10		jumlah total	rerata
	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)	n	Σ pupa (%)		
1	53	0%	251	0%	123	0%	190	0%	154	0%	166	0%	252	2 (0,79%)	7	0%	219	0%	26	0%	1441	144,1
2	167	0%	26	0%	42	0%	61	0%	8	0%	318	0%	83	1 (1,2%)	15	0%	8	0%	-	-	728	80,8
3	3	0%	177	0%	122	0%	-	-	48	0%	94	0%	193	0%	47	0%	38	0%	-	-	722	90,2
4	-	-	18	0%	164	0%	-	-	-	-	92	3 (3,26%)	-	-	103	0%	69	1 (1,45%)	-	-	446	89,2
5	-	-	25	0%	25	0%	-	-	-	-	14	2 (14,28%)	-	-	22	0%	61	0%	-	-	147	29,4
6	-	-	-	-	27	0%	-	-	-	-	29	12 (41,38%)	-	-	69	3 (4,35%)	134	4 (2,98%)	-	-	259	64,7
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	2 (3,64%)	-	-	39	3 (7,69%)	47	2 (4,25%)	-	-	141	47,7	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1 (33,33%)	-	-	62	1 (1,61%)	44	2 (4,54%)	-	-	109	36,3	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0%	-	-	1	0%	15	0%	-	-	26	8,7	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0%	-	-	19	0%	10	0%	-	-	35	11,7	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0%	-	-	-	-	2	0%	-	-	11	5,5	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	13	13	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	75	75	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	26	26	
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	82	82	
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40	

Tabel lampiran 2. persen parasitisasi *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina)

pemaparan hari ke-	ulangan 1 Σ n	ulangan 2 Σ n	ulangan 3 Σ n	ulangan 4 Σ n	ulangan 5 Σ n	ulangan 6 Σ n	ulangan 7 Σ n	ulangan 8 Σ n	ulangan 9 Σ n	ulangan 10 Σ n	jumlah total n	rerata n	parasit											
													%											
1	269	0%	89	0%	14	0%	58	0%	1	0%	19	0%	185	0%	189	0%	131	0%	175	0%	1130	113	0	
2	397	0%	54	0%	169	0%	324	0%	21	(9,52%)	1	0%	127	0%	53	0%	202	0%	98	0%	1446	144,6	2 (1,	
3	17	0%	182	0%	4	0%	41	0%	7	(14,28%)	89	(3,37%)	23	0%	36	0%	53	0%	168	0%	620	62	4 (6,	
4	146	0%	-	-	52	0%	171	0%	134	0%	60	0%	239	0%	-	-	163	0%	23	0%	988	123,5	0	
5	18	0%	-	-	-	-	27	0%	63	0%	27	0%	54	0%	-	-	25	0%	5	0%	219	31,29	0	
6	394	(0,51%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	2 (5%)	-	-	130	(4,62%)	6	119	0%	683	170,75	10 (5
7	53	(1,89%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	1 (1,5%)	-	-	92	(2,17%)	2	140	0%	351	87,75	4 (4,
8	70	(2,86%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	0%	-	-	68	0%	15	0%	231	57,75	2 (3,	
9	22	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	0%	-	-	10	0%	10	0%	91	22,75	0	
10	10	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	(5,13%)	-	-	2	0%	24	0%	100	25	2 (8	
11	7	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	(10,53%)	-	-	-	0%	30	0%	56	18,6	2 (10	
12	2	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0%	-	-	-	0%	0	0%	7	3,5	0	
13	6	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0%	-	-	-	0%	158	0%	166	55,33	0	
14	20	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0%	-	-	-	0%	16	0%	42	14	0	
15	7	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0%	-	-	-	0%	10	0%	31	10,33	0	
16	43	(6,98%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0%	-	-	-	0%	16	0%	68	22,66	3 (13	
17	4	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	(6,94%)	-	-	-	5	74	(6,76%)	150	50	10 (2	
18	14	(21,43%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	0%	-	-	-	4	16	(25%)	46	15,33	7 (45	
19	5	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0%	-	-	-	0%	22	0%	48	16	0	
20	34	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	0%	-	-	-	0%	13	0%	79	26,3	0	

21	70	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	0%	-	-	-	-	16	0%	103	34,3	0
22	70	7 (10%) 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	70	7 (10%)
23	22	(22,73%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	22	5 (22,73%)

Tabel lampiran 3. Persen parasitisasi *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* pada petridish

pemaparan hari ke-	populasi inang (n)	jumlah keturunan parasitoid			total parasitoid	parasitasi (%)
		jantan	betina			
1	110	3	1	4	4 (3,64%)	
2	105	2	1	3	3 (2,86%)	
3	118	2	0	2	2 (1,69%)	
4	107	1	1	2	2 (1,87%)	
5	113	2	0	2	2 (1,77%)	
6	117	1	1	2	2 (1,71%)	
7	108	2	0	2	2 (1,85%)	
8	115	1	1	2	2 (1,74%)	
9	106	1	0	1	1 (0,94%)	
10	109	0	0	0	0 (0%)	
		15	5	20		

Tabel lampiran 4. Rerata jumlah keturunan parasitoid *Fopius* sp. jantan yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan :3betina)

pemaparan hari ke-	ulangan 1 Σ parasitoid jantan	ulangan 2 Σ parasitoid jantan	ulangan 3 Σ parasitoid jantan	ulangan 4 Σ parasitoid jantan	ulangan 5 Σ parasitoid jantan	ulangan 6 Σ parasitoid jantan	ulangan 7 Σ parasitoid jantan	ulangan 8 Σ parasitoid jantan	ulangan 9 Σ parasitoid jantan	ulangan 10 Σ parasitoid jantan	TOTAL parasitoid jantan	RERATA parasitoid jantan
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
3	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0
4	-	0	0	-	-	0	-	0	0	-	0	0
5	-	0	0	-	-	0	-	0	0	-	0	0
6	-	-	0	-	-	3	-	2	1	-	6	1,5
7	-	-	-	-	-	1	-	3	0	-	4	1,3333333
8	-	-	-	-	-	0	-	1	0	-	1	0,3333333
9	-	-	-	-	-	0	-	0	0	-	0	0
10	-	-	-	-	-	0	-	0	0	-	0	0
11	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-	0	0
12	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
13	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
14	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
15	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
16	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
17	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
18	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
19	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
20	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0

21	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
22	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0

Tabel lampiran 5. Rerata jumlah keturunan parasitoid *Fopius* sp.betina yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan : 3betina)

pemaparan hari ke-	ulangan 1 Σ parasitoid betina	ulangan 2 Σ parasitoid betina	ulangan 3 Σ parasitoid betina	ulangan 4 Σ parasitoid betina	ulangan 5 Σ parasitoid betina	ulangan 6 Σ parasitoid betina	ulangan 7 Σ parasitoid betina	ulangan 8 Σ parasitoid betina	ulangan 9 Σ parasitoid betina	ulangan 10 Σ parasitoid betina	TOTAL parasitoid betina	RERATA parasitoid betina
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	1	0,1111111
3	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0
4	-	0	0	-	-	2	-	0	1	-	3	0,6
5	-	0	0	-	-	2	-	0	0	-	2	0,4
6	-	-	0	-	-	7	-	0	0	-	7	1,75
7	-	-	-	-	-	0	-	0	2	-	2	0,6666667
8	-	-	-	-	-	1	-	0	1	-	2	0,6666667
9	-	-	-	-	-	0	-	0	0	-	0	0
10	-	-	-	-	-	0	-	0	0	-	0	0
11	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-	0	0
12	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
13	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
14	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
15	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
16	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
17	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0

18	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
19	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
20	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
21	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0
22	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0

Tabel lampiran 6. Rerata jumlah keturunan parasitoid *Fopius* sp. jantan yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan:6betina)

pemaparan	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3	ulangan 4	ulangan 5	ulangan 6	ulangan 7	ulangan 8	ulangan 9	ulangan 10	TOTAL	RERATA
hari ke-	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	Σ parasitoid	parasitoid	parasitoid
	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan	jantan
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,1
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,1
4	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
5	0	-	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0
6	0	-	-	-	-	-	1	-	3	0	4	1
7	1	-	-	-	-	-	1	-	0	0	2	0,5
8	0	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0
9	0	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0
10	0	-	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0,25
11	0	-	-	-	-	-	1	-	-	0	1	0,333333
12	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
13	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0

14	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
15	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
16	1	-	-	-	-	-	0	-	-	0	1	0,3333333
17	0	-	-	-	-	-	3	-	-	3	6	2
18	2	-	-	-	-	-	0	-	-	3	5	1,6666667
19	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
20	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
21	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
22	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
23	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5

Tabel lampiran 7. Rerata jumlah keturunan parasitoid *Fopius* sp. betina yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina)

pemaparan hari ke-	ulangan 1 Σ parasitoid betina	ulangan 2 Σ parasitoid betina	ulangan 3 Σ parasitoid betina	ulangan 4 Σ parasitoid betina	ulangan 5 Σ parasitoid betina	ulangan 6 Σ parasitoid betina	ulangan 7 Σ parasitoid betina	ulangan 8 Σ parasitoid betina	ulangan 9 Σ parasitoid betina	ulangan 10 Σ parasitoid betina	TOTAL parasitoid betina	RERATA parasitoid betina
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0,3
4	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
5	0	-	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0
6	1	-	-	-	-	-	1	-	2	0	4	1
7	0	-	-	-	-	-	0	-	1	0	1	0,25
8	2	-	-	-	-	-	0	-	0	0	2	0,5
9	0	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0
10	0	-	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0,25

11	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
12	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
13	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
14	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
15	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
16	2	-	-	-	-	0	-	0	2	0,6666667
17	0	-	-	-	-	0	-	1	1	0,3333333
18	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
19	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
20	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
21	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
22	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0
23	0	-	-	-	-	0	-	0	0	0

Tabel lampiran 8. Seks ratio parasitoid *Fopius* sp. yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing pemaparan

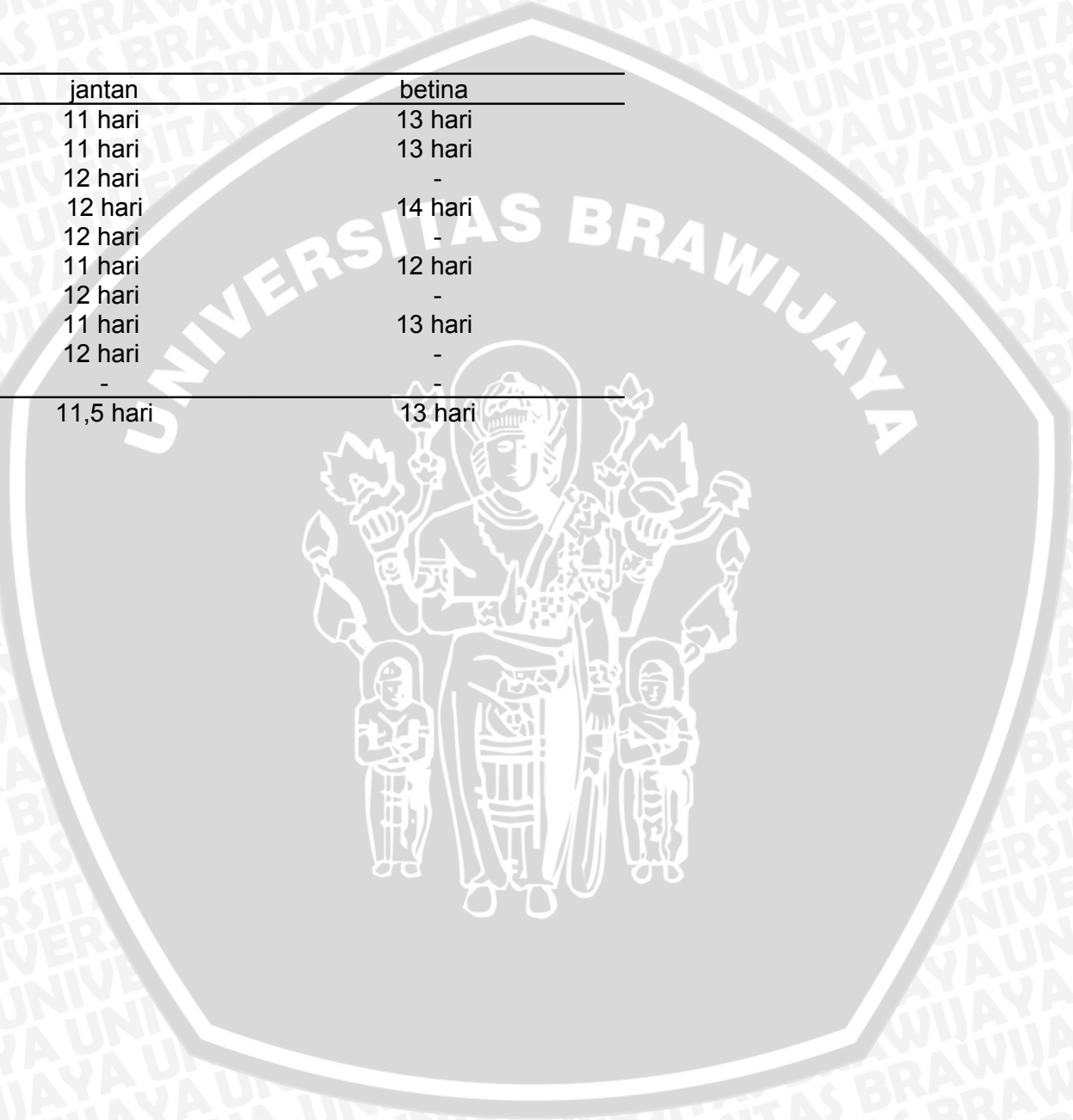
pemaparan hari ke-	rerata jumlah parasitoid <i>Fopius</i> sp. yang muncul			
	3 betina : 3 jantan		6 betina : 3 jantan	
	jantan	betina	jantan	betina
1	0,1	0	0	0
2	0	0,11	0,1	0
3	0	0	0,1	0,3
4	0	0,6	0	0
5	0	0,4	0	0
6	1,5	1,75	1	1

7	1,33	0,67	1,5	0,25
8	0,33	0,67	0	0,5
9	0	0	0	0
10	0	0	0,25	0,25
11	0	0	0,33	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0,33	0,67
17	0	0	2	0,33
18	0	0	1,67	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	6	0
23	-	-	5	0
Total	3,26	4,2	18,28	3,3
Rata-rata	0,815	0,7	1,66	0,47
Seks ratio	1,2	1	3,5	1

Tabel lampiran 9. Seks ratio parasitoid *Fopius* sp. yang muncul hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* pada petridish pemaparan jumlah parasitoid *Fopius* sp. yang muncul

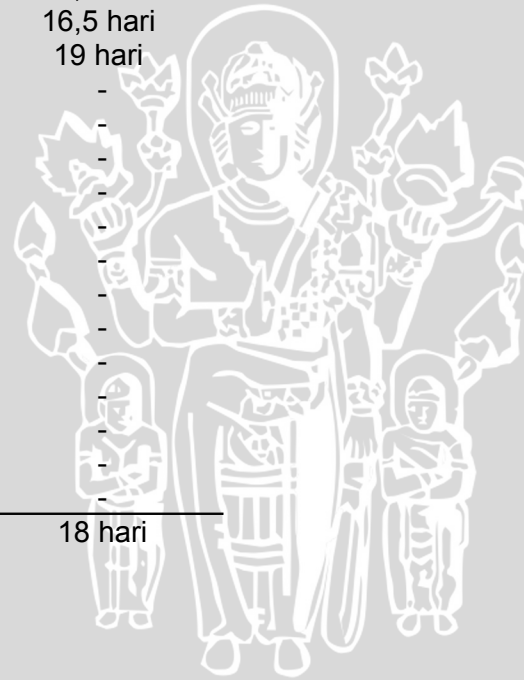
hari ke-	jantan	betina
1	3	1
2	2	1

hari ke-	jantan	betina
1	11 hari	13 hari
2	11 hari	13 hari
3	12 hari	-
4	12 hari	14 hari
5	12 hari	-
6	11 hari	12 hari
7	12 hari	-
8	11 hari	13 hari
9	12 hari	-
10	-	-
Rata-rata	11,5 hari	13 hari



Tabel lampiran 11. Rerata siklus hidup *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)

pemaparan hari ke-	siklus hidup (hari)	
	jantan	betina
1	16,5 hari	-
2	-	19 hari
3	-	-
4	-	15 hari
5	-	20 hari
6	17,83 hari	18,5 hari
7	15 hari	16,5 hari
8	20 hari	19 hari
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	-	-
21	-	-
Rata-rata	17,33 hari	18 hari



Tabel lampiran 12. Rerata siklus hidup *Fopius* sp. hasil paparan terhadap larva *B. carambolae* dalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina) paparan

hari ke-	siklus hidup (hari)	
	jantan	betina
1	-	-
2	17 hari	-
3	13 hari	18 hari
4	-	15 hari
5	-	-
6	18,5 hari	20,33 hari
7	17 hari	18 hari
8	-	19 hari
9	-	-
10	19 hari	22 hari
11	21 hari	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-
16	19 hari	21 hari
17	18,75 hari	20 hari
18	18 hari	-
19	-	-
20	-	-
21	-	-
22	13,5 hari	-
23	17 hari	-
Rata-rata	17,43 hari	19,16 hari

Tabel lampiran 13. Hasil pengamatan hasil dan hidup *Fopius* spp pada larva *B. carambolae* yang berada didalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina)

peggantian	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3	ulangan 4	ulangan 5	ulangan 6	ulangan 7	ulangan 8	ulangan 9	ulangan 10
hasil ke-	jantan	betina	jantan	betina	jantan	betina	jantan	betina	jantan	betina
1	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp	3 hdp
2	3 hdp	1 hdp	6 hdp	1 hdp	2 hdp	1 hdp	3 hdp	6 hdp	3 hdp	6 hdp
3	3 hdp	1 hdp	6 hdp	1 hdp	1 hdp	3 hdp	1 hdp	5 hdp	3 hdp	6 hdp
4	1 hdp	0	4 hdp	1 hdp	0	1 hdp	2 hdp	1 hdp	0	2 hdp
5	0	0	4 hdp	1 hdp	0	1 hdp	1 hdp	2 hdp	1 hdp	0
6	0	0	4 hdp	0	0	0	0	1 hdp	0	0
7	0	0	4 hdp	0	0	0	0	1 hdp	0	0
8	0	0	4 hdp	0	0	0	0	1 hdp	0	0
9	0	0	4 hdp	0	0	0	0	1 hdp	0	0
10	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	3 hdp	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ket = hdp (hidup)

Tabel lampiran 14. Rerata lama hidup *Fopius* sp. pada larva *B. carambolae* yang berada didalam buah belimbing (3 jantan : 3 betina)

lama hidup (hari)	ul. 1	ul. 2	ul. 3	ul. 4	ul. 5	ul. 6	ul. 7	ul. 8	ul. 9	ul. 10	total	rerata
jantan	3 hari	5 hari	5 hari	5 hari	3 hari	10 hari	10 hari	5 hari	5 hari	3 hari	54 hari	5,4 hari
betina	3 hari	5 hari	6 hari	2 hari	3 hari	22 hari	3 hari	10 hari	11 hari	1 hari	66 hari	6,6 hari

22	0	2 hdp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	1 hdp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel lampiran 16. Rerata lama hidup *Fopius* sp. pada *B. carambolae* yang berada didalam buah belimbing (3 jantan : 6 betina)

lama hidup	ul. 1	ul. 2	ul. 3	ul. 4	ul. 5	ul. 6	ul. 7	ul. 8	ul. 9	ul. 10	total	rerata
jantan	3 hari	2 hari	1 hari	8 hari	5 hari	4 hari	3 hari	2 hari	6 hari	15 hari	48 hari	4,8 hari
betina	23 hari	4 hari	4 hari	5 hari	7 hari	5 hari	21 hari	3 hari	10 hari	21 hari	103 hari	10,3 hari



