

**UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PARASITOID
Trichogramma japonicum Ashmead HASIL PEMBIAKAN
MASSAL DI LABORATORIUM**

**Oleh:
INDRIATUS SYARIFAH**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PARASITOID
Trichogramma japonicum Ashmead HASIL PEMBIAKAN
MASSAL DI LABORATORIUM**

Oleh
INDRIATUS SYARIFAH
135040200111043

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

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



Malang, September 2018

Indriatus Syarifah

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Upaya Perbaikan Kualitas Parasitoid *Trichogramma japonicum* Ashmead Hasil Pembiakan Massal Di Laboratorium
Nama : Indriatus Syarifah
NIM : 135040200111043
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.
NIK. 2014057704151001

Diketahui,
Ketua

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

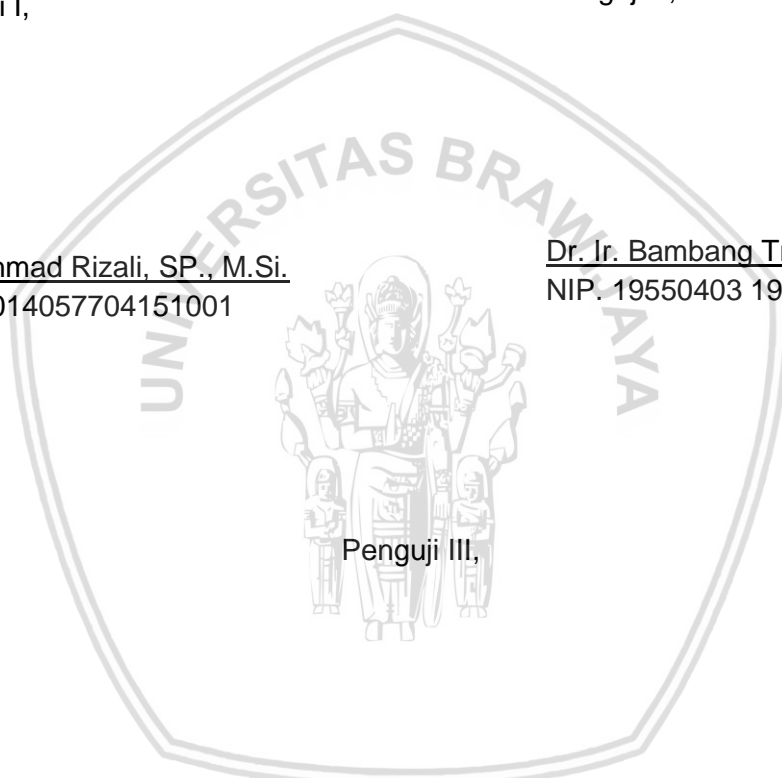
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.
NIK. 2014057704151001

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003



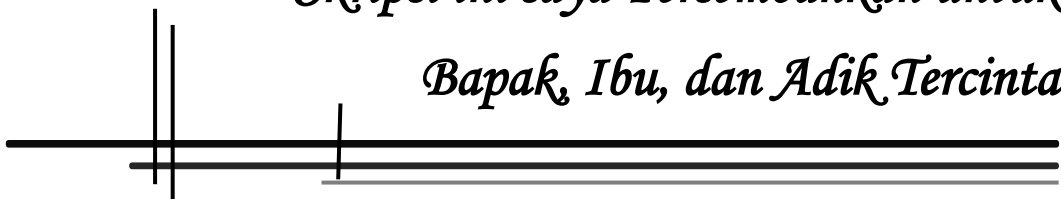
Penguji III,

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus :



*Skripsi ini saya Persembahkan untuk
Bapak, Ibu, dan Adik Tercinta*



RINGKASAN

Indriatus Syarifah. NIM 135040200111043. Upaya Perbaikan Kualitas Parasitoid *Trichogramma japonicum* Ashmead Hasil Pembiakan Massal Di Laboratorium. Skripsi. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.

Salah satu hama utama pada perkebunan tebu di Indonesia adalah penggerek pucuk *Scirpophaga excerptalis* Walker. Serangan hama dapat menyebabkan kerusakan atau kematian pada batang tebu. Pelepasan *Trichogramma japonicum* di beberapa negara terbukti efektif dalam mengendalikan hama tebu maupun hama lain (Virk, 2011). Namun, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ke efektifan parasitoid ketika dilepas dilahan, antara lain waktu pelepasan, dosis yang dilepaskan, kesesuaian agens hayati dengan hama target dan kualitas agens hayati yang dikembangkan (Marwoto, 2011). Perbanyakkan *T. japonicum* di laboratorium secara terus menerus, dapat menurunkan kualitas parasitoid karena pembiakan yang tidak memperhatikan biologi parasitoid. Hasil pengamatan terhadap kualitas parasitoid *T. japonicum* di laboratorium hayati pada beberapa pabrik gula di Indonesia pada tahun 2011, menunjukkan kualitas parasitoid seperti parasitasi, imago betina dan malformasi sayap masih belum memenuhi standar (Achadian, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan teknik perbanyakkan yang tepat untuk memperbaiki kualitas pias *T. japonicum* hasil pembiakan massal di laboratorium pabrik gula terutama meningkatkan parasitasi, kemunculan imago, nisbah kelamin dan kebugaran parasitoid di laboratorium.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Kebun Percobaan Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, Pasuruan pada bulan Juli sampai November 2017. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali. Perlakuan terdiri dari T1 yaitu infestasi parasitoid pada inang asli *S. excerptalis*, T2 yaitu *out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari lapangan, T3 yaitu *out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari lab lain dan T4 yaitu *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca. Variabel pengamatan terdiri dari persentase parasitasi, kemunculan imago, persentase nisbah kelamin, dan kebugaran parasitoid. Semua data dianalisis menggunakan ANOVA dengan aplikasi DSAASTAT. Jika pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan taraf 5% (Duncan Multiple Random Test). Analisis efektivitas dan efisiensi masing-masing perlakuan dilakukan dengan menghitung rata-rata masing-masing variabel dari generasi pertama sampai generasi ketiga. Kemudian dilakukan sistem skoring dengan rentang skor 1-4.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata dari setiap perlakuan terhadap persentase parasitasi, kemunculan imago, persentase nisbah kelamin, dan kebugaran parasitoid. Persentase parasitasi *T. japonicum* pada semua perlakuan di setiap generasi masih rendah, namun perlakuan T4 *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca menunjukkan trend persentase parasitasi yang terus meningkat dari generasi pertama sampai generasi ketiga. Persentase parasitasi berhubungan dengan persentase kemunculan imago. Telur inang yang telah terparasit, dapat menetas atau tidak menetas di karenakan parasitoid mengalami kematian saat masih di dalam telur inang. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti rendahnya nutrisi inang bagi parasitoid. Kemunculan imago tertinggi terdapat pada perlakuan T4 *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca yaitu sebesar 65,94% pada generasi ketiga. Selanjutnya persentase



betina tertinggi terdapat pada perlakuan T4 *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca dengan persentase 63,60% dan kebugaran parasitoid tertinggi terdapat pada perlakuan T1 yaitu infestasi parasitoid pada telur inang dengan persentase parasitoid yang mengalami malformasi sayap sebesar 0,71%. Hasil skoring efektivitas dan efisiensi menunjukkan bahwa perlakuan T4 *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca memiliki nilai skoring paling tinggi yaitu sebesar 19, sehingga perlakuan T4 dapat menjadi alternatif bagi pabrik gula dalam memperbaiki kualitas parasitoid hasil pembiakan massal di laboratorium sebelum dilakukan pelepasan parasitoid ke lahan.



SUMMARY

Indriatus Syarifah. NIM 135040200111043. The Efforts to Improve the Quality of Parasitoid *Trichogramma japonicum* Ashmead Mass Rearing in Laboratory. Thesis. Supervised by : Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. and Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.

One of the major pests in sugarcane plantations in Indonesia is the top borer *Scirpophaga excerptalis* Walker. Pest attacks can cause damage or death to sugarcane stems. The release of *Trichogramma japonicum* in several countries has proven effective in controlling sugar cane and other pests (Virk, 2011). However, there are several factors that affect the effectiveness of parasitoid when released in the field, including the time of release, the dose released, the suitability of the biological agent with the target pest and the quality of the biological agent being developed (Marwoto, 2010). Continuous propagation of *T. japonicum* in the laboratory, can reduce the quality of parasitoids due to breeding that does not pay attention to the biology of parasitoids. The results of observations on the quality of parasitoid *T. japonicum* in biological laboratories in several sugar mills in Indonesia in 2011, showed the quality of parasitoid such as parasitism, female imago in colonies and wing malformations still did not meet the standards. Therefore, it is necessary to do research to get the right propagation technique to improve the quality of *T. japonicum* poultry from mass rearing in a sugar factory laboratory, especially to increase parasitic, imago appearance, sex ratio and parasitoid fitness.

The research was conducted at Indonesian Sugar Plantation Pest and Experimental Laboratory Research Center, Pasuruan in July until November 2017. This research used a Completely Randomized Design with 4 treatments and 5 replication. The treatment consisted of T1, namely the parasitoid infestation in the indigenous host of *S. excerptalis*, T2, that is out crossing with *T. japonicum* colonies from the field, T3, that is out crossing with *T. japonicum* colonies from other labs and T4, which was the isolation of parasitoid from confinement in the greenhouse. Variables observed were percent parasitism, percent imago appearance, percent sex ratio, and parasitoid fitness. All data were analyzed by analysis of variance (anova) with the DSAASTAT application. If there were a significant differences, it continue to calculate with duncan multiple random test at 5% level. Analysis of the effectiveness and efficiency of each treatment by calculating the mean of each variable from the first generation to the third generation. Then a scoring system is carried out with a score range of 1-4.

The experimental results showed that there was a significant different in each treatment of the percent parasitism, percent imago appearance, percent of sex ratio, and parasitoid fitness. Percent parasitism of *T. japonicum* in all treatments in each generation was still low, but the T4 treatment of isolated parasitoid from confinement in the greenhouse showed a trend of the mean percent of parasitism that continued to increase from the first generation to the third generation. Percent parasitism is related to the percent of imago appearance. The host eggs that have been parasitized, can hatch and not hatch caused parasitoid died while still in the host egg. This can be influenced by several factors such as low host nutrition for parasitoids. The highest imago appearance was found in T4 treatment by isolating parasitoids from confinement in greenhouses, which was 65.94% in the third generation. Then the highest percent of sex ratio was found in T4 treatment by isolating parasitoids from confinement in greenhouses with a 63.60% and the highest of fitness parasitoids was found in T1 treatment, namely the infestation of

parasitoid in indigenous host eggs with parasitoid that had wing malformations of 0,71%. The results of the effectiveness and efficiency scoring showed that T4 treatment of parasitoid isolation from confinement in the greenhouse had the highest scoring value of 19, so that T4 treatment could be an alternative for sugar mills in improving the quality of mass rearing parasitoid in the laboratory before releasing parasitoid into the field.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Upaya Perbaikan Kualitas Parasitoid *Trichogramma japonicum* Ashmead Hasil Pembiakan Massal di Laboratorium”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU dan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS serta seluruh dosen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas bantuan yang selama ini diberikan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ibu Etik Mar’ati Achadian yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian serta seluruh karyawan laboratorium Proteksi Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Pasuruan yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terimakasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orangtua dan adik atas doa, cinta, kasih sayang, dukungan dan perhatian yang diberikan kepada penulis.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dalam isi maupun penyajian. Penulis mengharapkan kritik dan saran dalam perbaikan dimasa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat dan memberikan informasi untuk penulis dan para pembaca.

Malang, September 2018

Indriatus Syarifah

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Indriatus Syarifah, dilahirkan di Jember pada tanggal 7 Juni 1996 sebagai putri pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Sutikno dan Ibu Partila. Penulis mulai menempuh Pendidikan formal di Taman Kanak-kanak Theobroma Kecamatan Silo Kabupaten Jember pada tahun 2000-2001, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SDN Mulyorejo II Kecamatan Silo Kabupaten Jember pada tahun 2001 sampai 2007. Pada tahun 2007 sampai 2010 melanjutkan studi di SMPN 01 Silo, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2010 sampai 2013 di MAN 1 Jember Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. Tahun 2013 penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang perguruan tinggi melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Selama menempuh studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, penulis pernah mengikuti beberapa kepanitian yang diadakan oleh UKM Tanah dan HIMAPTA. Serta pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman dan Manajemen Agroekosistem pada tahun 2014-2015. Penulis juga pernah melaksanakan Program Magang Kerja di PT. Mitratani 27 Jember dari Juli – Oktober 2016.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| RIWAYAT HIDUP | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.3 Hipotesis Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Parasitoid <i>Trichogramma japonicum</i> | 3 |
| 2.2 Pemanfaatan Parasitoid <i>T. japonicum</i> untuk Pengendalian Hama | 5 |
| 2.3 Kualitas Parasitoid <i>T. japonicum</i> Hasil Pembiakan di Laboratorium | 5 |
| III. METODOLOGI | 8 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 8 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 8 |
| 3.3 Persiapan Penelitian | 8 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 11 |
| 3.5 Variabel Pengamatan | 12 |
| 3.6 Analisis Data | 12 |
| 3.7 Skoring Efektivitas dan Efisiensi pada masing-masing Perlakuan | 13 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 14 |
| 4.1 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Parasitasi <i>T. japonicum</i> | 14 |
| 4.2 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Kemunculan Imago <i>T. japonicum</i> | 17 |
| 4.3 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Nisbah Kelamin <i>T. japonicum</i> | 19 |
| 4.4 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Kebugaran Parasitoid <i>T. japonicum</i> | 20 |
| 4.2 Efektivitas dan Efisiensi pada masing-masing Perlakuan | 22 |
| V. PENUTUP | 23 |
| 5.1 Kesimpulan | 23 |
| 5.2 Saran | 23 |
| DAFTAR PUSTAKA | 24 |
| LAMPIRAN | 26 |



DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. | Kualitas parasitoid <i>T. japonicum</i> di 12 pabrik Gula di Indonesia Tahun 2011..... | 7 |
| 2. | Persentase parasitasi <i>T. japonicum</i> pada generasi F1, F2 dan F3..... | 14 |
| 3. | Kemampuan pemasitan setiap individu betina <i>T. japonicum</i> pada generasi F1 dan F2 | 16 |
| 4. | Persentase kemunculan imago <i>T. japonicum</i> pada generasi F1, F2 dan F3..... | 18 |
| 5. | Persentase nisbah kelamin <i>T. japonicum</i> pada generasi F1, F2 dan F3..... | 20 |
| 6. | Persentase malformasi sayap <i>T. japonicum</i> pada generasi F1, F2 dan F3..... | 21 |
| 7. | Hasil skoring efektivitas dan efisiensi dari setiap perlakuan..... | 22 |

| Nomor | Lampiran | Halaman |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. | Analisis ragam parasitasi <i>T. japonicum</i> generasi F1, F2 dan F3..... | 27 |
| 2. | Analisis ragam kemunculan imago <i>T. japonicum</i> generasi F1, F2 dan F3..... | 27 |
| 3. | Analisis ragam persentase nisbah kelamin <i>T. japonicum</i> generasi F1, F2 dan F3..... | 28 |
| 4. | Analisis ragam kemampuan pemasitan setiap individu betina <i>T. japonicum</i> generasi F1 dan F2..... | 28 |
| 5. | Analisis ragam malformasi sayap <i>T. japonicum</i> generasi F1, F2 dan F3..... | 29 |



DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. | Morfologi a) imago jantan <i>T. japonicum</i> ; b) antena jantan; c) antena betina; d) sayap depan..... | 4 |
| 2. | Perbanyakan inang <i>C. cephalonica</i> a) Wadah penyimpanan pakan <i>C. cephalonica</i> ; b) Sangkar perkawinan <i>C. cephalonica</i> | 9 |
| 3. | a) Tanaman tebu yang menampakkan gejala terserang ulat penggerek pucuk; b) Batang tebu dalam kurungan berisi air..... | 10 |



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu hama penting pada perkebunan tebu di Indonesia yang menyebabkan penurunan produktivitas tebu adalah hama penggerek pucuk (*Scirpophaga excerptalis*, Walker) (Achadian *et al.*, 2012). Serangan oleh hama penggerek sangat merugikan karena menyebabkan kerusakan atau kematian pada batang tebu. Hasil percobaan di lapangan menunjukkan bahwa tingkat serangan pada batang sebesar 15,8 % oleh *S. excerptalis*, penurunan ini setara dengan kehilangan Rp. 15.890.000,00/ha (Goebel *et al.*, 2014). Kerugian secara ekonomi yang cukup besar mengharuskan Pabrik Gula dan petani tebu melakukan tindakan pengendalian yang dapat mencegah kerugian dan kerusakan lebih lanjut pada tebu. Pengendalian hama secara terpadu (PHT) merupakan salah satu alternatif untuk menekan penggunaan insektisida yaitu dengan memberdayakan musuh alami seperti predator, parasitoid, jamur entomopatogen (Sunarno, 2012).

Pemanfaatan parasitoid telur *Trichogramma* spp. untuk mengendalikan hama penggerek di kebun telah dilakukan sejak lama oleh beberapa pabrik gula di Pulau Jawa. Sedangkan pemanfaatan *Trichogramma* spp. pada beberapa negara di dunia terbukti efektif dalam mengendalikan hama tebu maupun hama lain (Djuarso dan Wikardi, 1999; Goebel dan Way, 2009). Dalam penelitian Virk (2011), pelepasan *T. japonicum* secara inundatif sebanyak 50.000 ekor/ha dengan interval pelepasan 10 hari, efektif untuk mengendalikan penggerek pucuk hingga 54,7% di Punjab, India. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan penggunaan agens hayati baik parasitoid, predator maupun patogen antara lain waktu pelepasan, kualitas agensia hayati yang dikembangkan, dosis yang dilepaskan serta kesesuaian spesies dengan hama target (Marwoto, 2010).

Perbanyak *Trichogramma* spp. di laboratorium secara terus menerus dapat menurunkan kualitas dari parasitoid karena teknik pembiakan yang tidak memperhatikan biologi serangga (Bigler, 1994; Knutson, 2005). Pada umumnya pembiakan massal parasitoid menggunakan inang alternatif. Menerapkan teknik pembiakan yang sesuai dengan biologi serangga, pemeliharaan koloni stok dari penurunan sifat genetik dan penerapan pengawasan kualitas (*quality control*) yang ketat akan menjaga efektivitas parasitoid tetap tinggi. Parasitoid *Trichogramma* spp. yang dilepaskan ke kebun sebaiknya memenuhi standar kualitas parasitoid yaitu mempunyai daya parasitasi di laboratorium berkisar antara $85 \pm 5\%$,

persentase penetasan di laboratorium berkisar antara $90 \pm 5\%$, serangga betina $\pm 80\%$ dari koloni, serangga dewasa yang mengalami malformasi kurang dari 5%, lama hidup parasitoid 95% tetap hidup setelah 7 hari pada suhu 25°C dan keperidian betina 80% telur terparasit selama 7 hari pada suhu 25°C (Knutson, 2005).

Hasil pengamatan terhadap kualitas parasitoid *Trichogramma* spp. di laboratorium hayati pada beberapa Pabrik Gula (PG) di Indonesia pada tahun 2011, menunjukkan kualitas parasitoid yang belum memenuhi standar (Achadian, 2011). Pembiakan parasitoid *Trichogramma* spp. telah menjadi rutinitas di PG-PG di Indonesia. Namun hingga saat ini sangat sedikit PG yang memperhatikan kualitas parasitoid yang dihasilkan. Jika penurunan kualitas parasitoid terjadi, petugas PG belum terbiasa untuk melakukan pemulihan kualitas parasitoid. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mendapatkan cara-cara sederhana yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas parasitoid yang telah dibiakkan di laboratorium.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki kualitas pias *T. japonicum* hasil pembiakan massal di laboratorium pabrik gula terutama meningkatkan parasitasi, kemunculan imago, nisbah kelamin dan kebugaran parasitoid di laboratorium.

1.3 Hipotesis Penelitian

Perbaikan kualitas *T. japonicum* dengan infestasi pada inang asli telur *S. excerptalis* mampu meningkatkan parasitasi, kemunculan imago, nisbah kelamin dan kebugaran parasitoid *T. japonicum* di laboratorium.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mampu memberikan informasi tentang beberapa upaya perbaikan yang dapat digunakan dalam memperbaiki kualitas parasitoid *T. japonicum* hasil pembiakan massal di laboratorium.

II. TINJAUAN PUSTAKA

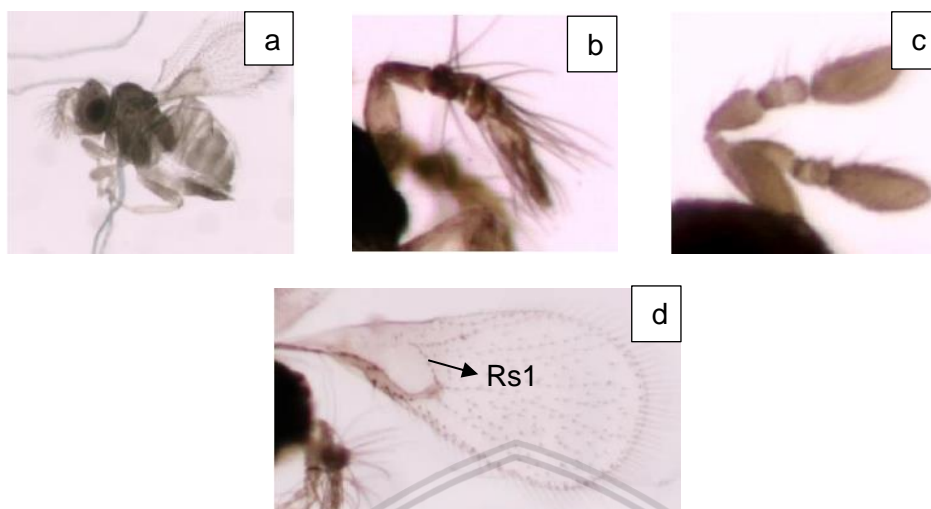
2.1 Parasitoid *Trichogramma japonicum*

Trichogramma merupakan salah satu dari 80 genus dari famili Trichogrammatidae (Knutson, 2005). Sebagian besar parasitoid jenis ini menyerang telur Lepidoptera dan sisanya menyerang telur kumbang (Coleoptera), lalat (Diptera) serta kepik (Heteroptera). *Trichogramma* spp. bersifat endoparasit, polifag dan berukuran sangat kecil yaitu kurang dari 0,5 mm. Ciri khas yang membedakan dengan serangga parasitoid lainnya adalah sayap *Trichogramma* spp. memiliki rumbai (*finger setae*) dan mata berwarna merah (Gambar 1a) (Bigler, 1994; Knutson, 2005). *Trichogramma japonicum* termasuk dalam Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insekta, Ordo: Hymenoptera, Famili: Trichogrammatidae, Genus: *Trichogramma*, dan Spesies: *Trichogramma japonicum* Ashmead (Global Biodiversity Information Facility, 2016).

Imago jantan dan betina *T. japonicum* memiliki antena berbentuk gada dan tidak beruas, *T. japonicum* jantan mempunyai bentuk antena yang lebih ramping dengan banyak rambut (Gambar 1b) sedangkan antena serangga betina sedikit lebih pendek dengan sedikit rambut (Gambar 1c). Bagian sayap yang berumbai berukuran pendek dan bagian sayap depan terdapat Rs1 (Gambar 1d) (Widiaswara, 2017). Parasitoid telur umumnya hidup pada telur inang selama 7 sampai 8 hari dan 4 sampai 5 hari di luar telur inang. Siklus hidup *T. japonicum* dipengaruhi oleh suhu lingkungan, rata-rata reproduksi maksimum terjadi pada suhu lingkungan 27°C dan kelembapan relatif 70% sampai 80% (Sweetman 1963 dalam Widiaswara, 2017).

Telur. Fase telur pada parasitoid ini terjadi saat imago betina menusukkan ovipositornya ke dalam telur inang. Masa inkubasi telur *T. japonicum* selama \pm 22 jam atau satu hari. Perkembangan telur menjadi embrio terjadi setelah telur berumur 72 jam. *T. japonicum* betina memasukkan telur dan sedikit racun kedalam telur inang. Racun ini berfungsi untuk mencerna isi telur inang sehingga memudahkan larva parasitoid untuk berkembang (Widiaswara, 2017).

Larva. Stadia larva terjadi selama kurang lebih 3 – 4 hari. Telur inang yang telah terparasit setelah 3 hari akan berubah warna menjadi hitam keabu-abuan. Kulit telur yang menghitam menandai bahwa larva sudah mulai terbentuk, namun tidak dapat terlihat dengan jelas karena berada didalam telur inang (Widiaswara, 2017).



Gambar 1. Morfologi a) imago jantan *T. japonicum*, b) antena jantan, c) antena betina, d) sayap depan (Widiaswara, 2017).

Pupa. Sebelum memasuki fase pupa, parasitoid akan mengalami fase prapupa. Fase prapupa terbentuk setelah hari kelima telur inang terparasit dan ditandai dengan terbentuknya mata dan bentuk yang lebih memanjang. Fase pupa awalnya berwarna kuning muda dan secara perlahan berubah menjadi coklat kehitaman. Pupa *T. japonicum* berbentuk eksarata yaitu, bakal sayap dan bakal tungkai nampak jelas dari luar dan bebas (Widiaswara, 2017).

Imago. Imago parasitoid muncul setelah 8-9 hari telur inang terparasit. Imago keluar dengan cara membuat lubang dari korion telur inang (Knutson, 2005). Pada umumnya imago jantan akan keluar terlebih dahulu dan diikuti oleh imago betina (Widiaswara, 2017). Setelah berada diluar, imago akan berdiam diri beberapa saat untuk beradaptasi dengan lingkungan luar. Setelah itu imago jantan akan segera menghampiri imago betina yang aktif berjalan-jalan di sekitar inang dan dalam waktu yang relatif singkat, maka sepasang imago tersebut segera melakukan kopulasi. Setelah kopulasi, dilanjutkan dengan melakukan oviposisi yang diawali dengan proses praoviposisi. Imago betina yang sudah berkopulasi aktif bergerak mencari telur inang. Imago betina akan mengetukkan antena dan palpus untuk memeriksa keadaan telur inang satu per satu. Setelah mendapatkan telur inang yang sesuai maka imago betina akan segera menginjeksi telur dengan bantuan ovipositor (Yunus, 2005). Proses pengenalan inang oleh parasitoid dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain ukuran, bentuk, tekstur serta kairomon dari telur inang (Widiaswara, 2017). Knutson (2005) menyatakan

bahwa satu imago betina parasitoid mempunyai 55-150 butir telur, tetapi hanya dapat memarasit 1-10 telur inang per hari. Betina yang berkopulasi akan menghasilkan keturunan jantan dan betina. Sedangkan betina yang tidak berkopulasi menghasilkan keturunan semuanya jantan.

2.2 Pemanfaatan Parasitoid *T. japonicum* untuk Pengendalian Hama

Pemanfaatan parasitoid telur *Trichogramma* spp. dalam pengendalian hama telah dimulai sejak tahun 1900 an. *Trichogramma* spp. dapat memparasit telur- telur dari ulat yang menyerang tanaman jagung, padi, tebu, kapas, bit gula, sayuran, buah-buahan, pinus dan cemara. Meskipun telah digunakan secara luas namun penggunaan *Trichogramma* spp. masih menjadi perdebatan karena penekanan terhadap populasi hama tidak konsisten pada beberapa komoditas (Knutson, 2005).

Pemanfaatan parasitoid telur *Trichogramma* spp. untuk mengendalikan hama penggerek di perkebunan tebu telah dilakukan sejak tahun 1970-an oleh beberapa pabrik gula di Jawa. Efektivitas *Trichogramma* spp. Untuk mengendalikan hama penggerek pernah di ragukan oleh petani tebu (Pramono, 1996). Namun pelepasan parasitoid *Trichogramma* spp. dapat menekan tingkat serangan penggerek pucuk dan batang tebu (Goebel *et al.* 2001). Pemanfaatan *Trichogramma* spp. di negara lain juga terbukti efektif dalam mengendalikan hama tebu (Goebel dan Way, 2009) maupun hama lain (Djuwarso dan Wikardi, 1999). Pelepasan *T. japonicum* sebanyak 2 kali dalam satu musim tanam dengan laju pelepasan 180.000 imago/ha mampu meningkatkan daya parasitisme dari 16,86% menjadi 35,66% dalam mengendalikan serangan penggerek pucuk putih *Scirpophaga innotata* Walker di Filipina (Tabudlong dan Estoy, 2014).

2.3 Kualitas Parasitoid *T. japonicum* Hasil Pembiakan di Laboratorium

Pengawasan kualitas pada pembiakan parasitoid sangat penting dalam pembiakan massal *Trichogramma* spp. efektivitas parasitoid di lapangan sangat bergantung pada kualitas pembiakan parasitoid di laboratorium sedangkan kualitas parasitoid ditentukan oleh teknik pembiakan massal dan pemeliharaan koloni stok parasitoid. Kualitas serangga hasil pembiakan di laboratorium dapat menurun karena teknik pembiakan yang tidak memperhatikan biologi serangga. Pada umumnya pembiakan massal serangga menggunakan inang alternatif atau

pakan buatan. Teknik pembiakan masal ini jika dilakukan terus-menerus akan berakibat buruk pada kualitas serangga yang dihasilkan. Hasil pengamatan di laboratorium hama Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) menunjukkan daya parasitasi *Trichogramma japonicum* hasil pembiakan di laboratorium semakin menurun dari generasi ke generasi. Daya parasitasi *T. japonicum* terhadap telur penggerek pucuk pada awal pengamatan 53,34%, namun daya parasitasi ini semakin menurun setelah generasi ke 14 menjadi 3,34% (Achadian dan Pramono, 2000).

Pembiakan parasitoid yang baik dan benar akan menjamin kualitas parasitoid yang dihasilkan selalu tinggi, dengan menerapkan teknik pembiakan yang sesuai kebutuhan serangga, pemeliharaan koloni stok dari penurunan sifat genetik dan penerapan pengawasan kualitas (*quality control*) yang ketat akan menjaga efektivitas parasitoid tetap tinggi. Parasitoid *Trichogramma* spp. yang dilepaskan ke kebun sebaiknya memenuhi standar kualitas parasitoid yaitu mempunyai daya parasitasi di laboratorium berkisar antara 85 ± 5 %, persentase penetasan di laboratorium berkisar antara 90 ± 5 %, serangga betina ± 80 % dari koloni, serangga dewasa yang mengalami malformasi kurang dari 5 %, lama hidup 95 % tetap hidup setelah 7 hari pada suhu 25 °C dan keperidian betina 89 % telur terparasit selama 7 hari ada suhu 25 °C (Knutson, 2005).

Hasil pengamatan terhadap kualitas parasitoid *T. japonicum* di laboratorium hayati di beberapa Pabrik Gula (PG) di Indonesia pada tahun 2011 (Tabel 1), yang diamati oleh laboratorium hama Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), menunjukkan kualitas pias yang belum memenuhi standar (Achadian, 2011). Persen persentase dan persen betina parasitoid dalam 1 koloni yang rendah masih menjadi permasalahan pembiakan parasitoid. Demikian juga terjadinya malformasi sayap dan persen parasitasi menjadi masalah lain yang belum dapat ditanggulangi.

Tabel 1. Kualitas parasitoid *T. japonicum* di 12 Pabrik Gula di Indonesia Tahun 2011

| No. | Pabrik gula | Parasitasi (80 ±5 %) | Penetasan (90 ± 5 %) | Betina (> 80 %) | Malformasi sayap (< 5 %) |
|-----|-------------|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | A | 76,43 | 70,44 | 48,00 | 13,33 |
| 2 | B | 81,96 | 77,59 | 53,33 | 16,67 |
| 3 | C | 79,82 | 39,08 | 54,00 | 14,00 |
| 4 | D | 93,54 | 96,79 | 55,33 | 10,00 |
| 5 | E | 85,48 | 35,79 | 60,67 | 18,00 |
| 6 | F | 91,10 | 91,05 | 61,33 | 13,33 |
| 7 | G | 93,76 | 95,57 | 63,33 | 6,67 |
| 8 | H | 86,32 | 70,18 | 42,67 | 33,33 |
| 9 | I | 86,01 | 76,63 | 62,67 | 4,67 |
| 10 | J | 74,87 | 26,58 | 53,91 | 12,17 |
| 11 | K | 73,43 | 18,91 | 68,67 | 19,33 |
| 12 | L | 89,53 | 68,35 | 66,00 | 5,00 |

Sumber: Data kualitas parasitoid *Trichogramma* spp. kerjasama dengan PTPN X (Persero) (Achadian, 2011).

Kualitas serangga hasil pembiakan di laboratorium dapat menurun karena teknik pembiakan yang tidak memperhatikan biologi serangga. Pembiakan serangga di laboratorium merupakan bentuk populasi yang tertutup, tidak ada infusi (pemasukan) gen-gen yang baru, variabilitas genetik terbatas pada gen-gen pembentuk aslinya, populasi tertutup sangat memungkinkan terjadinya *inbreeding* (perkawinan sedarah) dan penurunan sifat genetik. Sehingga serangga yang dipelihara secara terus menerus di laboratorium, karakterisasinya akan menurun/melemah (Bigler, 1994). Achadian dan Pramono (2006), menyatakan beberapa cara untuk memperbaiki kualitas serangga betina, diantaranya ialah mengembalikan parasitoid pada inang alamnya, inisiasi koloni baru dari lapangan dan perkawinan silang dengan koloni dari lapangan atau dari laboratorium lain.

III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Kebun Percobaan, Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Pasuruan. Sedangkan bahan penelitian berupa pias *T. japonicum* diperoleh dari Laboratorium Pabrik Gula Kebon Agung, Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli sampai November 2017.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah wadah pemeliharaan *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera : Pyralidae), autoklaf, kain hitam penutup wadah, LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*), kurungan tanaman tebu, kuas berbagai ukuran, tabung reaksi, mikroskop binokuler, cawan petri, *hand counter*, *object glass*, *cover glass*, kamera digital, kertas label, sangkar perkawinan, karet kawat kasa, sarung tangan, gunting, pinset, staples, mika bening, kulkas, buku dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah pias *Trichogramma japonicum*, telur *Corcyra cephalonica*, jagung giling, kertas manila, kapas, lem, tanaman tebu, telur penggerek pucuk (*S. excerptalis*).

3.3 Persiapan Penelitian

3.3.1 Perbanyak Inang Alternatif *C. cephalonica*

Perbanyak inang alternatif *C. cephalonica* dilakukan dengan terlebih dulu menyediakan pakan jagung giling. Jagung giling ditimbang dan ditaruh dalam plastik 5 kg. Setelah itu pakan dimasukkan kedalam wadah untuk disterilkan dalam autoklaf pada suhu 110°C selama 30 menit dengan tujuan mematikan organisme kontaminan yang terbawa dalam media pakan. Wadah pemeliharaan yang digunakan berbahan plastik dan wadah ditutup dengan kain penutup untuk memberikan ventilasi udara.

Setiap wadah perbanyak berisi 2 kg pakan dengan ketebalan ± 5 cm. Setiap wadah diisi 0,2 gram telur *C. cephalonica*. Kemudian wadah disimpan pada rak penyimpanan (Gambar 2a), setelah 5-6 minggu telur *C. cephalonica* akan berubah menjadi imago. Setelah itu imago dikeluarkan dari wadah dan dimasukkan kedalam sangkar perkawinan yang terbuat dari pipa paralon dengan tinggi 15 cm dan diameter 9 cm dan sangkar perkawinan ditutup dengan kawat

kasa yang diikat dengan karet (Gambar 2b). Sangkar diletakkan secara vertikal. Setelah 24 jam maka telur *C. cephalonica* yang baru akan muncul. Telur-telur yang menempel pada kawat kasa dibersihkan dengan kuas dan ditampung sementara di atas nampan plastik. Setelah terkumpul, telur-telur tersebut dibersihkan dari sisa-sisa kotoran dan imago yang mati. Hal tersebut dilakukan berulang kali hingga kotoran dan sisa-sisa imago tidak ada lagi. Telur-telur yang telah bersih dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian digunakan sebagai bahan penelitian.



Gambar 1. Perbanyakan inang *C. cephalonica* a) Wadah penyimpanan pakan *C. cephalonica*; b) Sangkar perkawinan *C. cephalonica*.

3.3.2 Penyediaan Starter *T. japonicum* dari Laboratorium Hayati PG Kebon Agung

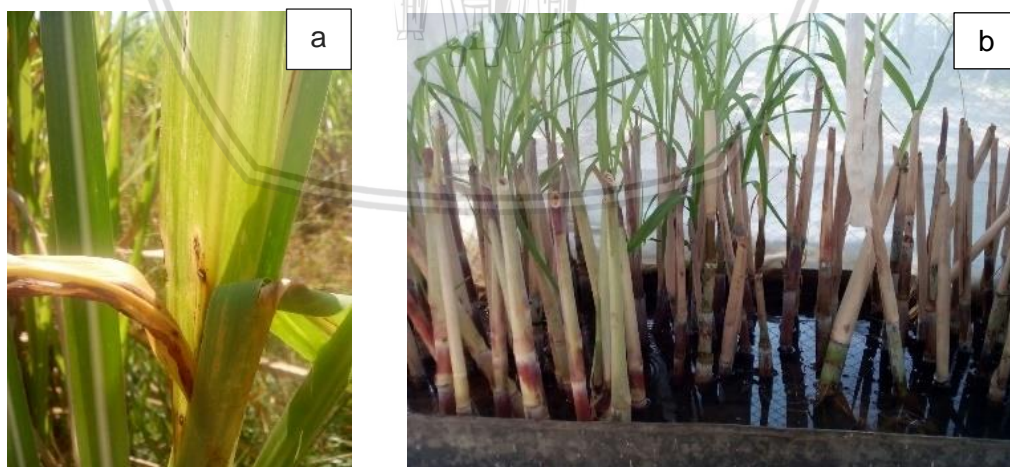
Perbanyakan dilakukan dengan membuat pias yang berisi telur *C. cephalonica*. Pias terbuat dari kertas manila berukuran 2 cm x 8 cm, pada bagian ujung kertas sekitar 1,5 cm diolesi lem *povinal* untuk menempelkan telur *C. cephalonica*. Telur *C. cephalonica* ditempelkan dengan cara ditaburkan pada ujung kertas pias yang telah diberi lem. Setelah itu, pias di UV dalam LAFK selama 30 menit untuk mematikan embrio telur *C. cephalonica*. Infestasi dilakukan didalam tabung reaksi. Selanjutnya imago *T. japonicum* dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi pias telur *C. cephalonica* dengan dosis imago 1 pias *T. japonicum* : 2 pias telur *C. cephalonica*. Pada hari ke 5 starter dikeluarkan dari tabung reaksi dan dipisahkan dengan telur *C. cephalonica* yang sudah terparasit. Kemudian diperoleh starter pias *T. japonicum* yang baru dalam bentuk pias.

3.3.3 Penyediaan Starter *T. japonicum* dari Lapang

Telur *S. excerptalis* didapatkan dari hasil pengumpulan dari lapang yang dilakukan dilahan milik P3GI. Telur *S. excerptalis* yang sudah didapatkan, kemudian diletakkan ke dalam tabung reaksi yang di tutup dengan kapas. Telur tersebut di amati setiap hari hingga menetas di dalam tabung. Apabila telur menetas menjadi ulat, telur tersebut langsung dibuang, akan tetapi jika menetas parasitoid *Trichogramma* spp. maka parasitoid tersebut diinfestasikan ke pias yang berisi telur *C. cephalonica* sebanyak 1 pias. Pembiakan dilakukan sampai generasi kelima, kemudian pias ini yang digunakan untuk penelitian.

3.3.4 Penyediaan Inang Asli Telur Penggerek Pucuk *S. excerptalis*

Penyediaan inang asli telur penggerek pucuk dilakukan dengan mencari tanaman tebu yang menampakkan gejala terserang ulat penggerek pucuk (Gambar 3a) , kemudian potong batang tebu sampai mata tunas ketiga. Setelah itu, batang di tancapkan pada *prinkes* dan di letakkan pada tempat kurungan yang telah berisi air (Gambar 3b). Batang dibiarkan sampai daun tumbuh, kemudian imago akan menetas dari dalam batang tebu. Imago jantan dan betina dibiarkan berkopulasi sendiri, hingga imago betina meletakkan telur pada bagian belakang daun tebu. Setelah telur diletakkan, ambil telur dan dibawa ke laboratorium untuk digunakan sebagai bahan penelitian.



Gambar 2. a) Tanaman tebu yang menampakkan gejala terserang ulat penggerek pucuk; b) Batang tebu dalam kurungan berisi air.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Masing-masing ulangan terdiri dari 2 pias parasitoid *T. japonicum*. Starter pias di dapatkan dari Laboratorium PG Kebon Agung Malang yang telah di kembangbiakkan pada tahun 1998 sampai sekarang. Adapun perlakuan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Infestasi parasitoid pada inang aslinya, telur penggerek pucuk (T1) : Pias parasitoid *T. japonicum* dari Laboratorium PG Kebon Agung diinfestasikan ke dalam tabung-tabung reaksi yang berisi 1 koloni telur penggerek pucuk. Delapan hari setelah infestasi, parasitoid *T. japonicum* akan menetas dari telur penggerek pucuk. Kemudian parasitoid yang sudah menetas tersebut diinfestasikan pada inang alternatif telur *C. cephalonica* dalam bentuk pias yang berisi ± 1000 telur. Delapan hari setelah infestasi parasitoid akan menetas dan generasi berikutnya diamati kualitasnya sampai generasi F3.

Out crossing dengan koloni *T. japonicum* dari lapangan (T2) : Perkawinan silang (*out crossing*) dilakukan antara pias parasitoid hasil pembiakan di laboratorium PG Kebon Agung dengan hasil pengumpulan dari lapangan. Parasitoid *T. japonicum* yang didapat dari lahan dibiakkan dalam bentuk pias sampai generasi kelima, kemudian pias ini yang digunakan untuk penelitian. Percobaan dilakukan dengan menempatkan kedua pias parasitoid pada tabung yang sama dan diberi pias telur *C. cephalonica* yang baru. Delapan hari setelah infestasi parasitoid akan menetas dan generasi berikutnya diamati kualitasnya sampai generasi F3.

Out crossing dengan koloni *T. japonicum* dari laboratorium PG Jengkol Kediri (T3): Perkawinan silang dilakukan antara parasitoid hasil pembiakan di laboratorium PG Kebon Agung dengan parasitoid dari laboratorium PG Jengkol, dengan cara menempatkan kedua pias parasitoid pada tabung yang sama, dan diberi pias *C. cephalonica* yang baru. Delapan hari setelah infestasi, parasitoid akan menetas dan generasi berikutnya diamati kualitasnya sampai generasi F3.

Reisolasi parasitoid dari kurungan di rumah kaca (T4) : *Reisolasi* parasitoid ini dengan menginfestasikan pias-pias parasitoid pada kurungan yang terbuat dari kain sifon berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm di rumah kaca. Kurungan telah berisi tanaman tebu dalam pot berumur 1,5 bulan dan pias-pias *C. cephalonica* yang

baru. Delapan hari setelah infestasi, parasitoid akan menetas dan generasi berikutnya diamati kualitasnya sampai generasi F3.

3.5 Variabel Pengamatan

Persentase parasitasi. Persentase parasitasi dihitung dengan cara menghitung jumlah total telur *C. Cephalonica* yang terparasit dibagi dengan total telur *C. Cephalonica* dalam satu pias dikali 100%. Telur *C. cephalonica* yang terparasit ditandai dengan warna telur yang menghitam. Adapun telur yang tidak terparasit berwarna kuning coklat karena berisi ulat beras. Pengamatan dapat dilakukan pada hari ke 5 setelah infestasi dibawah mikroskop (Knutson,2005).

Persentase kemunculan imago. Persentase kemunculan imago dihitung dari jumlah parasitoid yang menetas dibanding jumlah total telur yang terparasit dikali 100%. Pengamatan persen kemunculan imago dilakukan pada hari ke sebelas setelah infestasi yaitu ketika parasitoid sudah mati. Parasitoid kemudian dihitung langsung pada cawan petri dengan menggunakan mikroskop (Knutson,2005).

Persentase nisbah kelamin. Pengamatan dilakukan pada hari ke sebelas setelah infestasi. Selanjutnya pengamatan dilakukan di bawah mikroskop terhadap 100 ekor *T. japonicum* yang diambil secara acak. *T. japonicum* jantan mempunyai bentuk antena yang lebih ramping dengan banyak rambut, sedangkan antena serangga betina sedikit lebih pendek dengan sedikit rambut (Knutson,2005).

Persentase kebugaran parasitoid. Kebugaran parasitoid diketahui dengan cara menghitung jumlah parasitoid dewasa yang mengalami malformasi sayap. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop terhadap 100 ekor *T. japonicum* yang diambil secara acak. Malformasi ditandai dengan sayap parasitoid mengecil, pendek atau tidak ada (Knutson,2005).

3.6 Analisis Data

Semua data hasil pengamatan persentase parasitasi, kemunculan imago, nisbah kelamin, dan kebugaran parasitoid dianalisis menggunakan ANOVA dengan aplikasi DSAASTAT. Jika pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan taraf 5% (*Duncan Multiple Random Test*).

3.7 Skoring Efektivitas dan Efisiensi pada masing-masing Perlakuan

Berdasarkan beberapa variabel pengamatan, dihitung rata-rata persentase parasitasi, kemunculan imago, nisbah kelamin, dan kebugaran parasitoid dari generasi pertama sampai generasi ketiga, selain itu juga ditambahkan variabel kemampuan memparasit setiap individu betina dan kemudahan dari masing-masing perlakuan. Kemudian dilakukan sistem skoring dengan rentang skor 1-4. Skor 4 untuk nilai rata-rata tertinggi, skor 3 untuk nilai rata-rata tertinggi kedua, skor 2 untuk nilai rata-rata tertinggi ketiga dan skor 1 untuk nilai rata-rata terendah (Komunikasi pribadi dengan Achadian, Ketua Laboratorium Proteksi P3GI).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Parasitasi *T. japonicum*

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa teknik perbaikan kualitas parasitoid memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap persentase parasitasi parasitoid pada generasi pertama ($F_{3, 16}=28,04$; $P<0,0001$), generasi kedua ($F_{3, 16}= 11,45$; $P<0,0001$) dan generasi ketiga ($F_{3, 16}= 1,53$; $P<0,0001$) (Tabel2) . Berdasarkan hasil uji Duncan taraf 5% pada pengamatan generasi pertama dan generasi kedua perlakuan T2 dan T3 tidak berbeda nyata, sedangkan pada pengamatan generasi ketiga perlakuan T3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Parasitasi pada masing-masing perlakuan disetiap generasi mengalami peningkatan dan penurunan. Pada perlakuan T2 dan T3 persentase parasitasi semakin menurun dari generasi pertama sampai generasi ketiga, namun pada perlakuan T4 persentase parasitasi meningkat dari generasi pertama 28,59% menjadi 45,55% pada generasi ketiga. Teknik perbaikanT4 (reisolasi parasitoid dari kurungan di rumah kaca) menunjukkan *trend* hasil yang terus meningkat dari generasi pertama sampai generasi ketiga.

Tabel 1. Persentase parasitasi *T. japonicum* pada generasi F1, F2 dan F3

| Kode perlakuan | Parasitasi / generasi (%) ($\bar{x} \pm SB$) | | |
|----------------|------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | F1 | F2 | F3 |
| T1 | 45,79 \pm 8,15 b | 29,45 \pm 14,04 a | 39,85 \pm 16,21 a |
| T2 | 61,51 \pm 1,85 c | 61,52 \pm 2,49 c | 48,70 \pm 11,04 b |
| T3 | 63,00 \pm 1,36 c | 68,09 \pm 3,49 c | 55,03 \pm 4,31 c |
| T4 | 28,59 \pm 10,62 a | 42,19 \pm 18,10 b | 45,55 \pm 11,07 b |

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan transformasi Arcsin untuk keperluan analisis statistik. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; T1 = infestasi pada telur inang asli, T2 = *out crossing* dengan *T. japonicum* dari lapangan, T3 = *out crossing* dengan *T. japonicum* dari laboratorium pabrik gula Jengkol, T4 = *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca. F1 = generasi pertama, F2 = generasi kedua F3 = generasi ketiga; SB = Simpangan baku.

Rendahnya parasitasi pada perlakuan T1 disebabkan parasitoid yang diinfestasikan pada inang aslinya masih melakukan adaptasi untuk mengenali inangnya, sehingga tingkat parasitasinya tidak sebgus dengan parasitoid yang diinfestasikan pada inang pengganti *C. cephalonica*. Selain itu posisi telur yang

tumpang tindih dan tertutup bulu dapat menjadi salah faktor yang menyebabkan imago betina *T. japonicum* kesulitan dalam menemukan inang yang berkualitas. Pada generasi kedua persentase parasitasi semakin rendah, hal ini berkaitan dengan kemunculan imago pada generasi pertama yang rendah. Hal ini disebabkan karena banyaknya imago yang mengalami kematian sehingga jumlah imago yang muncul hanya sedikit. Sehingga hal ini berpengaruh terhadap parasitasi pada generasi kedua. Pada generasi ketiga persentase parasitasi mulai meningkat kembali. Achadian dan Pramono (2000) menyatakan bahwa daya parasitasi *T. japonicum* terhadap telur penggerek pucuk pada awal pengamatan 53,34%, namun daya parasitasi ini semakin menurun setelah generasi ke 14 menjadi 3,34%. Tingkat parasitasi juga dipengaruhi oleh kualitas inang, inang yang memiliki kualitas bagus akan dipilih oleh betina untuk meletakkan telurnya, menurut Godfray, (1994) dalam Pabbage dan Tandiabang, (2011) imago betina hanya meletakkan telur pada inang yang dianggap layak untuk perkembangan keturunannya. Kualitas telur inang yang kurang baik dapat menyebabkan imago betina tidak mau meletakkan telur didalamnya sehingga parasitasi rendah.

Selanjutnya pada teknik perbaikan dengan teknik *out crossing* parasitasi cenderung semakin menurun dari generasi pertama sampai ketiga. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan ini tidak mampu diketahui secara pasti bahwa setiap parasitoid jantan dan betina yang berasal dari lab dan dari lapang melakukan perkawinan secara silang. Persentase parasitasi cenderung menurun bila parasitoid terus menerus dipelihara dilaboratorium, hal ini mungkin disebabkan karena terjadinya inbreeding dan penurunan sifat genetik sehingga generasi yang dihasilkan oleh seekor parasitoid semakin berkurang. Seperti yang dilaporkan oleh Pramono (1996) bahwa apabila *T. japonicum* dibiakkan pada telur *C. cephalonica* terus menerus, maka parasitoid tersebut kurang mampu memarasit telur penggerek pucuk tebu sebagai inang aslinya. Hal ini disebabkan karena penurunan mutu parasitoid sebagai akibat terjadinya *inbreeding*. Bigler (1994) dan Smith *et al.* (1990) dalam Pabbage dan Tandiabang (2011) menyatakan bahwa pembiakan massal parasitoid setelah beberapa generasi dapat mempengaruhi sifat-sifat biologis yang penting bagi keberhasilan program pengendalian di lapangan seperti pencarian inang, penerimaan inang, dan adaptasi dengan suhu.

Persentase parasitasi pada perlakuan T4 *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca, disebabkan parasitoid yang dilepas masih beradaptasi untuk mencari inangnya. Kondisi lingkungan yang didesain seperti di lahan ini diharapkan mampu meningkatkan daya pencarian parasitoid terhadap inangnya. Widiaswara (2017) menyatakan bahwa tinggi rendahnya parasitasi parasitoid dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor kimia dan fisik lingkungan. Faktor kimia seperti senyawa kimia yang dikeluarkan oleh inang dapat menjadi sinyal bagi parasitoid dalam menemukan dan meletakkan telurnya. Faktor fisik lingkungan seperti suhu mampu memengaruhi aktivitas perilaku parasitoid dalam laju pencarian telur inangnya.

Rendahnya persentase parasitasi *T. japonicum* pada semua perlakuan baik yang diinfestasikan pada inang pengganti dan inang asli menunjukkan bahwa *T. japonicum* yang telah diperlihara secara terus menerus di laboratorium dengan menggunakan inang pengganti mulai kehilangan kemampuan parasitasinya sehingga tidak mampu memparasit inang alaminya dengan efektif. Bigler (1994) menyatakan bahwa pemeliharaan *Trichogramma* spp pada inang pengganti secara terus menerus dapat menurunkan efektivitas dan kinerja dari parasitoid. Persentase parasitasi parasitoid berhubungan dengan kemampuan seekor parasitoid betina dalam meletakkan telur pada inangnya. Analisis ragam menunjukkan bahwa teknik perbaikan berbeda nyata terhadap kemampuan memparasit setiap ekor betina. Pada generasi pertama ($F_{3,16}=13,54$; $P<0,0001$), generasi kedua ($F_{3,16}= 9,02$; $P<0,0001$) (Tabel 3).

Tabel 2. Kemampuan pamarasitan per individu parasitoid betina *T. japonicum* pada generasi F1 dan F2

| Kode perlakuan | Kemampuan memparasit (individu) / generasi ($\bar{x} \pm SB$) | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|
| | F1 | F2 |
| T1 | 5,18 \pm 4,42 a | 12,7 \pm 5,97 b |
| T2 | 3,71 \pm 1,00 a | 4,50 \pm 2,75 a |
| T3 | 3,25 \pm 0,24 a | 4,27 \pm 0,90 a |
| T4 | 14,09 \pm 4,19 b | 3,07 \pm 0,36 a |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; T1 = infestasi pada telur inang asli, T2 = *out crossing* dengan *T. japonicum* dari lapangan, T3 = *out crossing* dengan *T. japonicum* dari laboratorium pabrik gula Jengkol, T4 = *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca. F1 = generasi pertama, F2 = generasi kedua; SB = Simpangan baku.

Pada generasi pertama, perlakuan T4 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun pada generasi kedua perlakuan T1 yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan infestasi pada inang asli *S. excoerptalis*, menunjukkan peningkatan kemampuan memparasit per individu betina dari generasi pertama ke generasi kedua dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sesuai dengan hasil penelitian Achadian dan Pramono (2000) bahwa pengembalian parasitoid ke inang asli telur penggerek pucuk dapat meningkatkan daya parasitasi *T. japonicum* dan secara visual parasitoid juga menunjukkan ukuran yang lebih besar dan mobilitas yang lebih baik. Sedangkan pada perlakuan *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca memperlihatkan kemampuan memparasit per individu betina yang baik pada generasi pertama. Namun pada generasi kedua kemampuan memparasit menurun, hal ini disebabkan sedikitnya inang yang diberikan. Sesuai dengan Corrigan dan Laing (1994) dalam Setiati *et al*, (2016), bahwa kepadatan populasi inang dapat mempengaruhi kemampuan betina dalam meletakkan telurnya.

4.2 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Kemunculan Imago *T. japonicum*

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa teknik perbaikan kualitas parasitoid memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap persentase kemunculan imago parasitoid pada generasi pertama ($F_{3, 16}=1,83$; $P<0,0001$), generasi kedua ($F_{3, 16}= 5,22$; $P<0,0001$) dan generasi ketiga ($F_{3, 16}= 4,98$; $P<0,0001$) (Tabel 4). Berdasarkan hasil uji Duncan taraf 5% pada pengamatan generasi pertama dan generasi ketiga perlakuan T2, T3 dan T4 tidak berbeda nyata, sedangkan pada generasi kedua perlakuan T1, T3 dan T4 tidak berbeda nyata. Kemunculan imago terjadi pada hari ke 8 setelah infestasi parasitoid pada telur inang. Jumlah imago yang muncul menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada setiap generasi. Pada generasi pertama, perlakuan T2, T3 dan T4 berbeda nyata dengan T1. Selanjutnya pada generasi kedua, perlakuan T1, T3 dan T4 tidak berbeda nyata dan pada generasi ketiga perlakuan T2, T3 dan T4 tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Persentase kemunculan imago *T. japonicum* pada generasi F1, F2 dan F3

| Kode perlakuan | Kemunculan imago (%) / generasi ($\bar{x} \pm SB$) | | |
|----------------|------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| | F1 | F2 | F3 |
| T1 | 50,49 \pm 20,29 a | 64,50 \pm 0,83 b | 58,71 \pm 2,79 a |
| T2 | 65,56 \pm 6,18 b | 57,05 \pm 1,21 a | 63,73 \pm 2,86 ab |
| T3 | 61,28 \pm 2,89 b | 63,64 \pm 6,22 b | 62,80 \pm 3,39 ab |
| T4 | 63,23 \pm 5,03 b | 63,23 \pm 1,89 b | 65,96 \pm 3,04 b |

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan transformasi Arcsin untuk keperluan analisis statistik. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; T1 = infestasi pada telur inang asli, T2 = *out crossing* dengan *T. japonicum* dari lapangan, T3 = *outcrossing* dengan *T. japonicum* dari laboratorium pabrik gula Jengkol, T4 = *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca; F1 = generasi pertama, F2 = generasi kedua, F3 = generasi ketiga; SB = Simpangan baku.

Kemunculan imago pada perlakuan T1 generasi pertama rendah dibandingkan perlakuan lainnya karena banyak imago yang tidak muncul dari telur inang *S. excerptalis*. Posisi dari telur yang tumpang tindih dapat menjadi salah satu faktor imago kesulitan untuk keluar dari telur. Selain itu factor ruang gerak yang sempit karna berada di dalam tabung dapat menjadi penyebab telur tidak terparasit. Menurut Pabbage dan Tandiabang (2011), gangguan yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu ruang gerak parasitoid tersebut dalam tabung reaksi yang terbatas dan letak antara kelompok telur inang saling berdekatan sehingga inang tidak terparasit semuanya. Parasitoid yang diinfestasikan pada inang *S. excerptalis* rata-rata berisi kurang lebih tiga sampai empat ekor parasitoid. Hal ini disebabkan ukuran telur *S. excerptalis* lebih besar dibandingkan telur inang *C. cephalonica* sehingga parasitoid meletakkan lebih dari satu telur dalam telur inang *S. excerptalis*. Pabbage *et al.* (2001), mengemukakan bahwa ukuran telur penggerek tongkol jagung *Helicoverpa armigera* lebih besar dibandingkan telur *Ostrinia furnacalis* dan jumlah parasitoid *T. evanescens* yang terdapat dalam satu butir telur *H. armigera* berkisar antara satu sampai empat ekor dengan rata-rata 2,2 ekor. Hassan (1993) juga menyatakan bahwa imago betina akan imago betina akan menusukkan ovipositorinya ke dalam telur inang menembus korion untuk meletakkan satu telur atau lebih tergantung pada ukuran telur inang tersebut.

Berdasarkan pengamatan pada perlakuan T2, T3 dan T4, pada telur inang yang telah terparasit ditemukan telur inang yang masih utuh tanpa ada lubang bekas keluarnya imago artinya parasitoid mengalami kematian pada saat berada didalam telur inang. Parasitoid betina hanya meletakkan telur pada inang yang dianggap cocok sehingga parasitoid dapat berkembang dengan baik didalam telur inang. Menurut Susniahti dan Susanto (2005), kecocokan parasitoid dengan inang ketika meletakkan telurnya dapat menjadi salah satu faktor penyebab kemunculan imago yang rendah, karena kecocokan inang dapat memengaruhi perkembangan dari parasitoid. Selain itu, faktor lain yang dapat juga memengaruhi tingkat keberhasilan kemunculan imago parasitoid, yaitu sistem ketahanan dari inang. Menurut Setiati *et al.* (2016), adapun faktor lain yang menyebabkan kemunculan imago menjadi rendah adalah nutrisi dari telur inang tersebut, sehingga embrio tidak mampu berkembang dengan baik. Seperti yang dilaporkan juga oleh Chambers (1977) bahwa faktor nutrisi sangat mempengaruhi aspek biologi, biokimia dan fungsi metabolik dalam tubuh dan toleransi terhadap faktor fisik lainnya. Selanjutnya Singh (1984) mengemukakan bahwa kelemahan inang pengganti antara lain sulit mencegah terjadinya *genetic deterioration*, mengubah perilaku serangga, dan tidak dapat memberikan nutrisi yang sesuai.

4.3 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Nisbah Kelamin *T. japonicum*

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa teknik perbaikan kualitas parasitoid berbeda nyata terhadap persentase betina *T. japonicum* pada generasi pertama ($F_{3, 16}=1,96$; $P<0,0001$), generasi kedua ($F_{3, 16}= 10,21$; $P<0,0001$) dan generasi ketiga ($F_{3, 16}= 5,10$; $P<0,0001$) (Tabel 5). Berdasarkan pengamatan dapat diketahui bahwa pada generasi pertama, persentase betina tertinggi terdapat pada perlakuan *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca berbedanya nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perbedaan jenis inang yang diberikan tidak berpengaruh secara signifikan pada generasi pertama, karena parasitoid yang diinfestasikan pada telur *S. excerptalis* dan pada inang alternatif *C. cephalonica* tidak berbeda nyata. Pada generasi kedua perlakuan T1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T4 dan pada generasi ketiga perlakuan T1, T2 dan T4 tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Persentase nisbah kelamin *T. japonicum* pada generasi F1, F2 dan F3

| Kode perlakuan | Persentase betina / generasi (%) ($\bar{x} \pm SB$) | | |
|----------------|-------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | F1 | F2 | F3 |
| T1 | 52,68 \pm 13,07 a | 55,00 \pm 2,21 b | 55,20 \pm 2,86 b |
| T2 | 50,80 \pm 6,83 a | 42,60 \pm 2,70 a | 57,60 \pm 1,14 b |
| T3 | 56,40 \pm 1,51 a | 47,40 \pm 6,57 a | 50,20 \pm 4,60 a |
| T4 | 63,60 \pm 5,59 b | 56,80 \pm 2,28 b | 57,40 \pm 1,14 b |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; T1 = infestasi pada telur inang asli, T2 = *out crossing* dengan *T. japonicum* dari lapangan, T3 = *outcrossing* dengan *T. japonicum* dari laboratorium pabrik gula Jengkol, T4 = *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca. F1 = generasi pertama, F2 = generasi kedua, F3 = generasi ketiga; SB = Simpangan baku.

Jumlah parasitoid betina dapat mempengaruhi tinggi rendahnya tingkat parasitasi. Pada parasitoid *Trichogramma* spp. hanya imago betina yang bisa meletakkan telurnya. Apabila imago parasitoid berkopulasi maka akan menghasilkan keturunan jantan dan betina, namun bila parasitoid tidak berkopulasi maka semua keturunannya akan menghasilkan jantan (Knutson, 2005). Kemungkinan parasitoid tidak melakukan kopulasi dapat terjadi apabila parasitoid betina menetas terlebih dahulu dan parasitoid jantan belum menetas. Namun pada umumnya, perilaku dari parasitoid adalah imago jantan menetas terlebih dahulu dan sudah menunggu imago betina untuk menetas. Sehingga ketika imago betina menetas, parasitoid tersebut akan langsung berkopulasi (Yunus, 2005). Nisbah kelamin juga dipengaruhi oleh kepadatan inang. Hasil penelitian Khan et al. (2004) menunjukkan persentase total betina yang lebih tinggi terjadi pada kepadatan inang yang lebih rendah. Hal ini disebabkan semua telur diletakkan pada hari pertama, sehingga persentase telur betina lebih tinggi.

4.4 Pengaruh Perbedaan Teknik Perbaikan Kualitas Parasitoid terhadap Kebugaran Parasitoid *T. japonicum*

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa teknik perbaikan kualitas parasitoid berbeda nyata terhadap persentase kebugaran *T. japonicum* yang ditandai dengan ada tidaknya malformasi sayap pada parasitoid dewasa. Generasi pertama ($F_{3, 16}=0,92$; $P<0,0001$), generasi kedua ($F_{3, 16}= 12,19$; $P<0,0001$) dan generasi ketiga ($F_{3, 16}= 8,46$; $P<0,0001$) (Tabel 6). Persentase malformasi sayap yang terjadi masih dapat dikategorikan rendah, karena kurang dari 5%.

Tabel 5. Malformasi sayap *T. japonicum* pada generasi F1, F2 dan F3

| Kode perlakuan | Malformasi Sayap Parasitoid (%) / generasi ($\bar{x} \pm SB$) | | |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| | F1 | F2 | F3 |
| T1 | 2,56 \pm 1,71 b | 1,46 \pm 0,83 a | 0,71 \pm 0,01 a |
| T2 | 1,95 \pm 0,28 a | 0,81 \pm 0,23 a | 0,81 \pm 0,23 a |
| T3 | 2,09 \pm 0,34 a | 2,58 \pm 0,28 b | 1,10 \pm 0,28 ab |
| T4 | 1,63 \pm 0,12 a | 0,98 \pm 0,40 a | 1,29 \pm 0,15 b |

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan transformasi Akar untuk keperluan analisis statistik. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%; T1 = infestasi pada telur inang asli, T2 = *outcrossing* dengan *T. japonicum* dari lapangan, T3 = *outcrossing* dengan *T. japonicum* dari lab lain, T4 = *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca. F1 = generasi pertama, F2 = generasi kedua, F3 = generasi ketiga; SB = Simpangan baku.

Malformasi sayap dimaksudkan apabila sayap tidak ada, mengecil atau pendek pada serangga dewasa. Menurut Knutson (2005), sayap yang sempurna sangat diperlukan untuk mobilitas parasitoid menemukan inangnya. Dapat dilihat bahwa perlakuan *out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari laboratorium PG Jengkol Kediri menunjukkan rata-rata tingkat malformasi yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan infestasi parasitoid pada inang asli dan T2 (*out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari lapangan) mengalami *trend* penurunan malformasi hingga generasi ketiga. Adanya persaingan dalam mendapatkan nutrisi diduga menjadi salah satu faktor parsitoid mengalami malformasi sayap. Untuk perlakuan lainnya masih ditemukan parasitoid yang mengalami malformasi sayap diduga karena ada beberapa inang yang memiliki ukuran kecil dan nutrisi yang kurang sehingga parasitoid tidak dapat berkembang dengan baik selama berada didalam telur. Menurut Chailleux *et al.* (2013), ukuran telur inang yang kecil dapat meningkatkan terjadinya malformasi sayap pada parasitoid dan menurunkan tingkat parasitasi. Pada perlakuan T1 (infestasi parasitoid pada inang aslinya) menunjukkan malformasi yang paling besar pada generasi pertama dibandingkan perlakuan lainnya, hal ini dapat disebabkan karena parasitoid diinfestasikan pada inang aslinya. Dalam satu telur inang *S. excerptalis* berisi kurang lebih tiga sampai empat ekor parasitoid, hal ini diduga dapat menyebabkan perkembangan parasitoid di dalam telur inang tidak maksimal.

4.5 Efektivitas dan Efisiensi pada masing-masing Perlakuan

Analisis efektivitas dan efisiensi pada masing-masing teknik perbaikan bertujuan untuk mendapatkan teknik perbaikan yang dapat dijadikan rekomendasi terhadap beberapa pabrik gula dalam melakukan perbaikan kualitas parasitoid *T. japonicum* hasil pembiakan massal di laboratorium. Perlakuan yang memiliki nilai skoring yang tinggi dapat dijadikan alternatif dalam melakukan perbaikan terhadap kualitas parasitoid.

Tabel 6. Hasil skoring efektivitas dan efisiensi dari setiap perlakuan

| Variabel | Teknik perbaikan (skor) | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Persentase parasitasi (%) | 38,71 (1) | 62,08 (3) | 66,13 (4) | 39,31 (2) |
| Persentase penetasan (%) | 57,90 (1) | 61,90 (2) | 62,50 (3) | 64,12 (4) |
| Nisbah kelamin (%) | 54,30 (3) | 50,30 (1) | 51,30 (2) | 59,20 (4) |
| Kebugaran Parasitoid (%) | 1,57 (2) | 1,19 (4) | 1,92 (1) | 1,30 (3) |
| Kemampuan memparasit (individu) | 8,91 (4) | 5,01 (2) | 4,56 (1) | 8,08 (3) |
| Kemudahan | Sangat sulit (1) | Sulit (2) | Mudah (4) | Agak mudah (3) |
| Total skor | 12 | 14 | 15 | 19 |

Berdasarkan hasil skoring, perlakuan yang memiliki skor tertinggi adalah perlakuan *reisolasi* parasitoid dari rumah kaca dan terendah perlakuan *out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari lapangan. Perlakuan *out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari lapangan relatif sulit untuk diterapkan dan menghabiskan biaya yang cukup besar. Dalam menerapkan perlakuan *out crossing* dengan koloni *T. japonicum* dari lapangan, terlebih dulu harus mencari telur penggerek pucuk dari lahan yang telah terparasit oleh *T. japonicum*. Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan telur penggerek pucuk yang terparasit relatif lama dan harus memastikan telur terparasit oleh *T. japonicum* atau tidak. Sedangkan untuk perlakuan *reisolasi* parasitoid dari rumah kaca relatif mudah untuk dilakukan karena hanya melakukan *reisolasi* *T. japonicum* dalam kurungan yang telah berisi tanaman tebu berumur 1,5 bulan dan melakukan pembibitan tebu. Sehingga perlakuan yang dapat direkomendasikan untuk melakukan perbaikan kualitas *T. japonicum* di laboratorium adalah perlakuan *reisolasi* parasitoid dari rumah kaca.

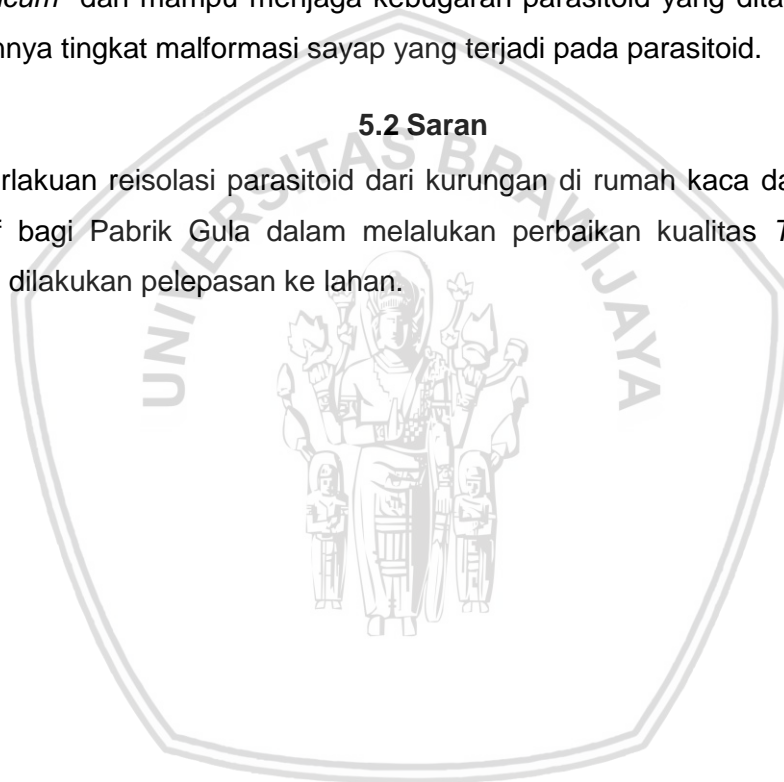
V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ke empat perlakuan perbaikan kualitas, yang cukup efektif untuk memperbaiki kualitas parasitoid hasil pembiakan massal di laboratorium adalah *reisolasi* parasitoid *T. japonicum* dari kurungan di rumah kaca. Teknik perbaikan tersebut jika dilakukan dengan baik mampu meningkatkan persentase parasitasi parasitoid pada generasi selanjutnya, meningkatkan persentase kemunculan imago, meningkatkan persentase betina *T. japonicum* dan mampu menjaga kebugaran parasitoid yang ditandai dengan menurunnya tingkat malformasi sayap yang terjadi pada parasitoid.

5.2 Saran

Perlakuan *reisolasi* parasitoid dari kurungan di rumah kaca dapat menjadi alternatif bagi Pabrik Gula dalam melakukan perbaikan kualitas *T. japonicum* sebelum dilakukan pelepasan ke lahan.



DAFTAR PUSTAKA

- Achadian, E. M., dan D. Pramono. 2000. Upaya Peningkatan Produktivitas dan Kualitas dalam Pembiakan *Trichogramma japonicum* di Laboratorium. Berita 27. P3GI, Pasuruan.
- Achadian, E. M., dan D. Pramono. 2006. Pengawasan Kualitas dan Cara Pemulihan Vitalitas Parasitoid *Trichogramma* spp. Hasil Pembiakan Massal di Laboratorium. Seri Pedoman P3GI 26. P3GI, Pasuruan.
- Achadian, E. M. 2011. Data Kualitas Parasitoid *Trichogramma* spp. Kerjasama dengan PTPN X (Persero) (Data *Unpublished*).
- Achadian, E. M., A. Kristini., L. K. Putra., dan T. Dianpratiwi. 2012. Hama-hama Pertanaman Tebu di Jawa: Sebaran, Intensitas Serangan dan Keberadaan Musuh Alami Hama. MPG 48(2): 73-83.
- Alba, M. C. 1988. *Trichogrammatids* in the Philippines. Philipp. Ent. 7(3): 253-271.
- Bigler, F. 1994. Quality Control in *Trichogramma* Production in E. Wajnberg dan S. A. Hassan. (eds). Biological Control with Eggs Parasitoids. CAB Internasional, UK: 93-110.
- Chailleux, A., A. Biondi., P. Han., E. Tabone., dan N. Desneux. 2013. Suitability of the Pest-Plant System *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Tomato for *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitoids and Insights for Biological Control. J Econ Entomol 106(6): 2310-2321.
- Djuwarso, T. dan E. A. Wikardi. 1999. Teknik perbanyak *Trichogramma* spp. di Laboratorium dan Kemungkinan Penggunaannya. Jurnal Litbang Pertanian 18(4): 111-119.
- Goebel, F. R. dan M. J. Way. 2009. Crop losses Due to Two Sugarcane Stem Borers in Reunion and South Africa. Sugar Cane Int. 27(3): 103-107.
- Goebel, F. R., E. M. Achadian, A. Kristini, M. Sochib dan H. Adi. 2011. Investigation of Crop Losses Due to Moth Borers in Indonesia. Proc.Aust. Soc. Sugar Cane Tech. 33: 1-9.
- Goebel, F. R., E. M. Achadian., dan P. McGuire. 2014. The Economic Impact of Sugarcane Moth Borers in Indonesia. Sugar Tech. 16(4): 1-6.
- Global Biodiversity Information Facility. 2015. *Trichogramma japonicum* Ashmead 1904 (Online). Available at <https://www.gbif.org/species/search?q=trichogramma%20japonicum> (Verified 4 Februari 2018).
- Hassan, S. A. 1993. The Mass Rearing and Utilization of *Trichogramma* to Control Lepidopterous Pests: Achievements and Outlook. Pestic Sci 37: 387- 391.
- Khan., H. Z., S. K. Khalil., M. Sharif., and Z. Mahmood. 2014. Biological Control of Sugarcane Top-borer, *Scirpophaga excerptalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) through Different Release Levels of *Telenomus beneficiens* (Zehntner) (Hymenoptera: Scelionidae). Agr. Sci. Tech. 16: 497-503.
- Knutson, A. 2005. The *Trichogramma* Manual: A Guide to the Use of *Trichogramma* for Biological Control with Special Reference to Augmentative Releases for Control of Bollworm and Budworm in Cotton. Texas Agriculture Extension Service. The Texas A&M University System.
- Marwoto. 2010. Prospek parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* Nagaraja (Hymenoptera) sebagai agens hayati pengendali hama penggerek polong kedelai *Etiella* spp. Pengembangan Inovasi Pertanian 3(4): 274-288.

- Pabbage, M. S., Nurindah, dan D. Baco. 2001. Daya Parasitasi beberapa Jenis *Trichogrammatidae* terhadap Telur Penggerek Tongkol Jagung. Berita Puslitbangtan (2).
- Pabbage, M.S., dan J. Tandiang. 2011. Parasitasi *Trichogramma evanescens* Weswood pada Berbagai Tingkat Populasi dan Generasi Biakan Parasitoid terhadap Telur penggerek Batang Jagung *Ostrinia furnacalis* Guenée. Balai Penelitian Tanaman Serealia 26(1): 41-50.
- Pramono, D. 1996. Pemanfaatan *Trichogramma* spp. dan Permasalahan pada Perkebunan Tebu di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Hayati. Yogyakarta. 7-13.
- Setiati, T., N. H. Mutmainah., dan M. Subandi. 2016. Efektivitas Jumlah Telur *Corcyra cephalonica* Terparasitasi *Trichogramma* sp. terhadap Persentasi Telur yang Terparasit dan Jumlah Larva Penggerek Batang Tebu Bergaris (*Chilo sacharupagus*) Jurnal Agro III(1) : 43-48.
- Singh, P. 1984. Historical Developments, Recent Advances and Future Prospect. In: King,E.G and N.C Leppla (eds): Advances and Challenger in Insect rearing/ USDA/ARS New orleans 32-34.
- Sunarno. 2012. Pengendalian Hayati (Biologi Control) Sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Journal Uniera 1(2).
- Susnihti, N. dan A. Susanto. 2005. Pengaruh Umur Telur *Corcyra cephalonica* Stainton yang Diradiasi Ultraviolet terhadap Perkembangan Parasitoid *Trichogramma japonicum* Ash. *Agrikultura*. 16(3): 181-188.
- Tabudlong, B. M., dan G. F. Jr. Estoy. 2014. Field Validation of Egg Parasitoid *Trichogramma japonicum* Ashmead Against White Rice Stem Borer *Scirpophaga innotata* Walker in Agusan del Norte Philippines. University of the Philippines at Los Baños.
- Virk, J. S., K. Rabinder., J. Neelam dan S. Sudhendu. 2011. Validation of Biocontrol Technology for Suppression of sugarcane Top Borer, *Scirpophaga excerptalis* (Fabricius) with *Trichogramma japonicum* Ashmead in Punjab. Punjab Agriculture University 25 (3) (Abstract).
- Widiaswara, A. K. 2017. Biologi Parasitoid Telur *Trichogramma japonicum* Ashmead dan *Trichogrammatoidea nana* Zehntner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yunus, M. 2005. Karakter Morfologi, Siklus Hidup dan Perilaku Parasitoid *Trichogramma* spp. Asal Dolago Kabupaten Parigi-Moutong. J. Agrisain 6(3): 128-134.



LAMPIRAN



Lampiran 1. Hasil Analisis Ragam

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Parasitasi *T. japonicum* Generasi F1, F2 dan F3

a. Generasi pertama

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|--------------|----|----------|------------|----------|
| Perlakuan | 3887 .007234 | 3 | 1295.669 | 28.04878** | 1.31E-06 |
| Residual | 739.0947088 | 16 | 46.19342 | | |
| Total | 4626.101942 | 19 | 243.479 | | |

KK: 13.66%

b. Generasi kedua

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|-----------|----------|
| Perlakuan | 4713.687659 | 3 | 1571.229 | 11.4594** | 0.000293 |
| Residual | 2193.802644 | 16 | 137.1127 | | |
| Total | 6907.490303 | 19 | 363.5521 | | |

KK: 23.27%

c. Generasi ketiga

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|------------|----------|
| Perlakuan | 601.3446613 | 3 | 200.4482 | 1.534269** | 0.244089 |
| Residual | 2090.35747 | 16 | 130.6473 | | |
| Total | 2691.702131 | 19 | 141.6685 | | |

KK: 24.17%

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Kemunculan Imago *T. japonicum* Generasi F1, F2 dan F3

a. Generasi pertama

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|-----------|----------|
| Perlakuan | 666.5075378 | 3 | 222.1692 | 1.836192* | 0.181231 |
| Residual | 1935.91213 | 16 | 120.9945 | | |
| Total | 2602.419667 | 19 | 136.9695 | | |

KK: 18.28%

b. Generasi kedua

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|-----------|----------|
| Perlakuan | 174.7392711 | 3 | 58.24642 | 5.228305* | 0.010469 |
| Residual | 178.2495095 | 16 | 11.14059 | | |
| Total | 352.9887806 | 19 | 18.57836 | | |

KK: 5.37%

c. Generasi ketiga

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|-----------|----------|
| Perlakuan | 137.7161217 | 3 | 45.90537 | 4.985655* | 0.012486 |
| Residual | 147.3198524 | 16 | 9.207491 | | |
| Total | 285.035974 | 19 | 15.00189 | | |

KK: 4.83%

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Persentase Nisbah Kelamin *T. japonicum* Generasi F1, F2 dan F3

a. Generasi pertama

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|-----------|----------|
| Perlakuan | 177.8462525 | 3 | 59.28208 | 1.962288* | 0.160354 |
| Residual | 483.3710334 | 16 | 30.21069 | | |
| Total | 661.2172859 | 19 | 34.80091 | | |

KK: 11.35%

b. Generasi kedua

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|------------|----------|
| Perlakuan | 216.3008157 | 3 | 72.10027 | 10.21043** | 0.000535 |
| Residual | 112.9829343 | 16 | 7.061433 | | |
| Total | 329.28375 | 19 | 17.33072 | | |

KK: 5.87%

c. Generasi ketiga

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|-----------|---------|
| Perlakuan | 62.32738031 | 3 | 20.77579 | 5.109144* | 0.01141 |
| Residual | 65.0623102 | 16 | 4.066394 | | |
| Total | 127.3896905 | 19 | 6.704721 | | |

KK: 4.22%

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Kemampuan Memparasit setiap Imago Betina *T. japonicum* Generasi F1 dan F2

a. Generasi pertama

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|------------|----------|
| Perlakuan | 388.2426382 | 3 | 129.4142 | 13.54195** | 0.000117 |
| Residual | 152.9046948 | 16 | 9.556543 | | |
| Total | 541.147333 | 19 | 28.48144 | | |

KK: 47.12%

b. Generasi kedua

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-------------|----|----------|------------|----------|
| Perlakuan | 299.4495562 | 3 | 99.81652 | 9.020725** | 0.000992 |
| Residual | 177.0438941 | 16 | 11.06524 | | |
| Total | 476.4934503 | 19 | 25.0786 | | |

KK: 53.96%

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Malformasi Sayap *T. japonicum* Generasi F1 F2 dan F3

a. Generasi pertama

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-----------|----|---------|----------|---------|
| Perlakuan | 2.1933024 | 3 | 0.7311 | 0.92721* | 0.45022 |
| Residual | 12.615905 | 16 | 0.78849 | | |
| Total | 14.809208 | 19 | 0.77943 | | |

KK: 43.02%

b. Generasi kedua

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-----------|----|---------|-----------|---------|
| Perlakuan | 9.0263964 | 3 | 3.0088 | 12.1985** | 0.00021 |
| Residual | 3.9464618 | 16 | 0.24665 | | |
| Total | 12.972858 | 19 | 0.68278 | | |

KK: 34.26%

c. Generasi ketiga

| SK | Db | JK | KT | F | P |
|-----------|-----------|----|---------|-----------|---------|
| Perlakuan | 1.012434 | 3 | 0.33748 | 8.46988** | 0.00134 |
| Residual | 0.6375117 | 16 | 0.03984 | | |
| Total | 1.6499457 | 19 | 0.08684 | | |

KK: 20.83%