

Parasitoid dan Predator pada Tanaman Padi



**DIREKTORAT JENDERAL TANAMAN PANGAN
DIREKTORAT PERLINDUNGAN TANAMAN PANGAN
JAKARTA - 2008**

PARASITOID DAN PREDATOR PADA TANAMAN PADI



**DIREKTORAT PERLINDUNGAN TANAMAN PANGAN
DIREKTORAT JENDERAL TANAMAN PANGAN
JAKARTA
2008**

UCAPAN TERIMA KASIH

Buku Parasitoid dan Predator pada Tanaman Padi disadur dari berbagai sumber, diperkaya dan disusun kembali oleh Tim penyunting dan editor, serta diperindah dengan design dan tata letaknya. Untuk itu penghargaan diberikan kepada :

Kasumbogo Untung dan Samino sebagai penyusun buku Serangga, Laba-Laba dan Patogen Serangga yang Membantu Tahun 1995

Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Pangan, Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan sebagai penyusun buku Musuh Alami Organisme Pengganggu Tanaman Padi Tahun 1990

Tim Penyusun:

Sarsito WGS, Dyah Mutiawari, B. Indriastuti KW,
Abriani Fensionita, Edy Suwardiwijaya, Yunita Fauziah
Ahadiati, Rosdiana Bustam,

Narasumber

Pudjianto, Dadang Hindayana, dan I Wayan Winasa

Design dan Layout

Edy Suwardiwijaya dan Abriani Fensionita

KATA PENGANTAR

Pengendalian Hama Terpadu merupakan pengendalian OPT yang berusaha memaksimumkan keefektifan pengendalian hayati dan pengendalian secara bercocok tanam. Adapun pengendalian kimiawi dilakukan hanya apabila diperlukan dengan mempertimbangkan konsekuensi ekologi, ekonomi, sosial dan budaya. Pengendalian hayati merupakan cara pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang dianjurkan dan menjadi prioritas dalam pengamanan produksi dengan memanfaatkan unsur-unsur biotis. Pengertian pengendalian hayati adalah pengendalian alami dengan memanfaatkan predator, parasitoid, patogen serangga, dan agens antagonis yang hidup saling bertautan padat dan dikembangkan secara massal untuk pengendalian OPT.

Sampai saat ini teknologi pengembangan agens hayati belum dikuasai sepenuhnya oleh seluruh petugas. Hal ini disebabkan belum tersedianya informasi yang cukup memadai dan masih terbatasnya pengetahuan SDM di tingkat lapangan.

Sehubungan dengan hal tersebut, untuk meningkatkan pengetahuan petugas tentang Pengendalian Hayati khususnya pada tanaman padi sehingga pemanfaatannya dapat lebih berkembang dan memasyarakat, dirasa perlu disusun buku "*Parasitoid dan Predator pada Tanaman Padi*".

Kami menyadari bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kami mengharapkan masukan dan saran untuk penyempumaannya. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini kami ucapkan terima kasih. Semoga buku ini dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Jakarta, November 2008

Direktur Perlindungan Tanaman Pangan



Ir. Ati Wasiati
NIP. 080030648

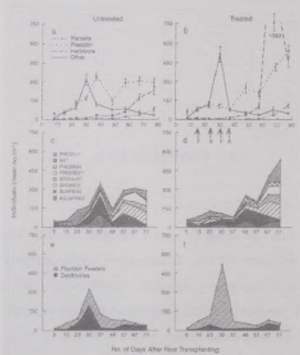
DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
I. PENDAHULUAN	1
II. KONSEPSI PENGENDALIAN HAYATI	7
III. PREDATOR DAN PARASITOID	19
A. Predator	19
a. Biologi dan Perilaku Predator	19
b. Prosedur Umum Pengembangan Predator	54
B. Parasitoid	57
a. Biologi dan Perilaku Parasitoid	57
b. Prosedur Umum Pengembangan Parasitoid	94
IV. PEMANFAATAN DAN EVALUASI	99
A. Pemanfaatan	99
B. Evaluasi	113
V. SOSIALISASI	114
VI. PENUTUP	117
VII. DAFTAR PUSTAKA	118
KOSA KATA	124



I. PENDAHULUAN

Pertanaman padi termasuk ke dalam kategori tanaman semusim. Jenis pertanaman semacam ini bila dibandingkan dengan pertanaman tahunan dicirikan dengan ekosistem yang sangat cepat berubah (ephemeral) karena sering terjadi perubahan akibat pengolahan tanah, pertumbuhan tanaman, panen, dan bera yang terjadi dalam waktu yang singkat. Namun demikian, dari hasil penelitian Settle *et al.* (1996) gambaran mengenai kurang stabilnya agroekosistem padi dapat ditunjukkan hal yang berbeda, terutama pada agroekosistem padi yang dikelola dengan mengedepankan kesinambungan produksi dan meminimiliasi pemanfaatan pestisida sintetik (Gambar 1).

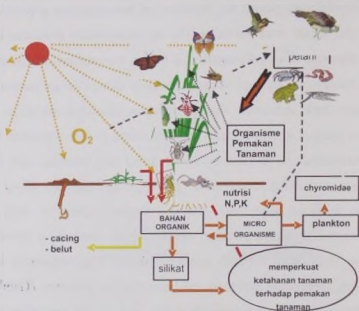


Gambar 1. Dinamika populasi struktur komunitas pada Agroekosistem padi, a, c dan f pada agroekosistem padi yang tidak aplikasi pestisida; b, d dan f pada agroekosistem padi yang diaplikasi pestisida.

Pada agroekosistem padi yang dikelola lebih alamiah populasi musuh alami terutama predator (Gambar 1a) tampak lebih tinggi dari populasi herbivore. Ini menunjukkan bahwa keberadaan musuh alami pada ekosistem tidak selalu terkait dengan populasi herbivora (hama). Kondisi musuh alami yang seperti itu sangat menguntungkan kestabilan ekosistem karena setiap saat

dalam kondisi yang sangat siap menghadapi meningkatnya populasi hama yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Hal ini memberikan gambaran kepada pelaku pertanian di agroekosistem padi bahwa memelihara kondisi alamiah dengan meminimalisasi pemanfaatan pestisida sintetis sangat penting.

Ekosistem, baik ekosistem alamiah maupun ekosistem pertanian selalu dicirikan dengan adanya hierarki struktur dalam makan memakan (*trophic level*) membentuk rantai makanan (*food chain*) yang kaitannya satu dengan yang lain terhubung membentuk jaring-jaring makanan (*food web*). Hierarki makanan umumnya dimulai dengan organisme yang dapat memanen energi cahaya matahari sendiri dengan bantuan air membentuk makanan yang dapat menjadi sumber makanan bagi organisme lainnya (*autotrop*). Organisme semacam ini biasa disebut produsen (Gambar 2). Organisme yang hidup dan tergantung dari produsen dikategorikan sebagai heterotrop karena tidak dapat memproduksi sendiri sumber makanannya. Organisme heterotrop (konsumen) dapat berupa organisme yang mengkonsumsi tanaman (*herbivore*/konsumen primer), organisme yang hidup dari hewan lain (*karnivora*) yang juga dapat menjadi konsumen sekunder maupun tertier.



Gambar 2. Hierarki makanan pada ekosistem padi
Sumber : Nastari

Pada agroekosistem padi, produsennya adalah tanaman padi itu sendiri. Yang berperan sebagai konsumen primer diperkirakan terdapat 100 spesies serangga hama, diantaranya 20 spesies yang dapat menimbulkan kerusakan berarti dan mempunyai pengaruh besar terhadap penurunan produksi. Jenis hama yang sering menyerang tanaman padi antara lain tikus, penggerek batang, wereng batang coklat, wereng hijau, wereng punggung putih, ganjur, walangsangit, hama putih/putih palsu, ulat grayak, lalat bibit dan lain-lain. Serangan hama-hama tersebut dapat menyebabkan kerusakan dan risiko kehilangan hasil. Tikus dan penggerek batang sampai saat ini masih menduduki peringkat tertinggi. Banyaknya herbivora diimbangi oleh melimpahnya konsumen sekunder

dan tertier, diantaranya yang dominan adalah laba-laba, baik pemburu maupun pembuat jaring, kumbang coccinellidae, kepik predator dan lain sebagainya (Gambar 2).

Pada beberapa dekade terakhir, pengendalian hama padi yang menjadi andalan petani adalah dengan menggunakan pestisida. Namun penggunaan pestisida yang kurang tepat dapat mengakibatkan beberapa dampak negatif, seperti terjadinya resistensi, resurgensi, dan munculnya hama sekunder, serta menimbulkan masalah residu, dan bahaya terhadap lingkungan. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) atau *Integrated Pest Management* (IPM) muncul dan berkembang sebagai koreksi terhadap pengendalian hama, yang mengutamakan penggunaan pestisida. Penerapan PHT sebagai satu-satunya dasar perlindungan tanaman di Indonesia diperkuat dengan keluarnya Inpres No. 3/1986, dan Undang-Undang No. 12/1992.

PHT adalah suatu strategi pengendalian hama yang berdasarkan pada konsep ekologi, yang sangat menekankan pada kegiatan faktor-faktor mortalitas alamiah serta menggunakan taktik pengendalian yang rendah gangguannya terhadap faktor alamiah tersebut. Salah satu komponen utama PHT adalah pendayagunaan musuh alami yang terdiri dari predator, parasitoid, dan patogen serangga. Pemahaman tentang musuh alami hama pada tanaman padi dan pemanfaatannya menjadi hal yang sangat penting, agar pelaksanaan PHT dapat dilaksanakan dengan baik.

Terdapat 79 jenis musuh alami hama wereng batang coklat (WBC) diantaranya 34 parasitoid, 37 predator dan 8 patogen. Musuh alami yang

potensial untuk penggerek batang padi (PBP) adalah parasitoid (*Tetrastichus schenobii* Fer., *Telenomus rowani* Gah., dan *Trichogramma japonicum* Ashm.). Sampai saat ini telah diketahui 36 jenis cendawan patogen serangga pada tanaman padi, diantaranya *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* dan *Hirsutella citriformis* yang berpotensi mengendalikan WBC. Predator dan parasitoid mampu menurunkan kepadatan populasi hama, sedangkan cendawan patogen dapat mematikan dan mempengaruhi perkembangan hama, menurunkan kemampuan reproduksi, serta menurunkan ketahanan hama terhadap predator, parasitoid dan patogen lainnya.

Atas dasar hal di atas, buku ini disusun untuk memenuhi kebutuhan petugas dan petani dalam melaksanakan tugas dan kegiatan pengendalian di lapangan. Buku ini memuat jenis-jenis predator dan parasitoid hama padi serta pemanfaatannya, yang diharapkan dapat dijadikan pedoman dalam melaksanakan tugas dan kegiatan tersebut.



II. KONSEPSI PENGENDALIAN HAYATI

Pengendalian hayati merupakan inti dari PHT, yang pada dasarnya adalah pemanfaatan musuh alami untuk mengendalikan serangga hama yang merugikan. Setiap serangga hama mempunyai musuh alami yang dapat berperan dalam pengaturan populasinya. Musuh alami serangga hama merupakan komponen utama dari pengendalian alamiah, yang merupakan bagian dari ekosistem yang sangat penting peranannya dalam mengatur keseimbangan ekosistem tersebut. Keseimbangan dan keanekaragaman ekosistem padi dipengaruhi keanekaragaman jenis dan struktur vegetasi disekitar pertanaman serta cara pengolahan persawahan.

Musuh alami untuk pengendalian serangga hama terdiri dari predator, parasitoid, dan patogen serangga. Keberhasilan pengendalian hama dengan menggunakan musuh alami ditentukan oleh keefektifan musuh alami tersebut. Ciri-ciri musuh alami yang efektif adalah: 1) kemampuan menyesuaikan diri; 2) kemampuan mencari inang tinggi, terutama pada tingkat populasi inang rendah; 3) tingkat kekhususan dan kesesuaian inang/mangsa tinggi; 4) potensi berkembangbiak besar, dengan siklus hidup yang singkat dan keperidian tinggi; 5) bersinergi dengan musuh alami lainnya (tidak antagonis); 6) kemampuan makan yang tinggi, serta 7) kemampuan menempati semua relung niche tinggi dan dapat bertahan hidup dengan baik.

A. Teknik Pengendalian Hayati

Pemanfaatan musuh alami dalam pengendalian hayati dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu introduksi, augmentasi dan konservasi.

1. Introduksi musuh alami sering juga disebut sebagai pengendalian hayati klasik yang dilakukan dengan memasukkan musuh alami yang tidak terdapat di daerah tersebut, karena spesies musuh alami yang terdapat di daerah tersebut tidak mampu mengontrol populasi hama.

Salah satu pemanfaatan serangga predator yang pertama kali dan paling berhasil dalam pengendalian hayati klasik adalah introduksi kumbang *lady bird* pada tahun 1888, *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) dari Australia ke California untuk mengatasi hama *Icerya purchasi* (Hemiptera: Margarodidae) pada tanaman jeruk. *Rodolia cardinalis* dan *Cryptognatha nodiceps*, yang merupakan dua coccinelid yang di introduksi, dan telah berhasil dalam mengendalikan populasi manganya.

Penggunaan parasitoid larva *Diadegma semiclausum* untuk mengendalikan *Plutella xylostella* pada kubis. Parasitoid larva ini dikembangkan secara massal dengan inang aslinya, sehingga lebih mudah ekonomis dalam pemeliharaannya. Dengan menanam tumbuhan berbunga brassicaceae non budidaya di pinggiran petakan pertanaman budidaya kubis mampu meningkatkan lama hidup imago dan presentase parasitisasi parasitoid *D. Semiclausum*.

Kutu loncat lamtoro *Heteropsylla cubana* yang masuk ke Indonesia pada tahun 1986, dianggap dapat ditekan oleh predator *Curinus coeruleus* yang dimpor dari Hawaii.

Prosedur dalam menerapkan teknik introduksi adalah sebagai berikut :

a. Menentukan tempat asal hama

Pengendalian hayati terhadap suatu hama harus diketahui apakah hama tersebut spesies asli atau eksotik. Ada beberapa kriteria yang dapat diterapkan untuk mengidentifikasi sebagai spesies eksotik yaitu : a) spesies tersebut merupakan satu-satunya takson di negeri itu, sedangkan anggota lain terdapat di negeri yang jauh; b) indikasi lain yang adalah tidak adanya parasitoid yang penting (efektif), sedangkan di negeri lain ada dan parasitasinya tinggi; c) afinitas dengan tanaman inangnya dapat menjadi indikasi spesies eksotik, yaitu tanaman inang merupakan satu-satunya tanaman inang utama yang eksotik.

b. Introduksi agens hayati

Bila hama yang dikendalikan secara hayati itu eksotik, maka harus dilakukan introduksi predator/parasitoid dari negeri lain melalui impor. Karantina akan memusnahkan semua organisme lain yang terikut dan juga bahan kemasan serta bahan lain yang diikutkan.

c. Pembiakan massal agens hayati

Dalam pengendalian hayati klasik, pembiakan massal merupakan faktor yang penting, karena sewaktu-waktu musuh alami diperlukan. Dalam pembiakan massal ini mangsa/inang sering sulit dibiakkan di laboratorium karena sifatnya ataupun tanaman inangnya. Oleh karena itu digunakan mangsa/inang "factitious" yang mudah dibiakkan di laboratorium dan di lapangan tidak diserang oleh agens hayati itu.

d. Kolonisasi agens hayati

Kolonisasi agens hayati adalah upaya pelepasan agens hayati untuk memapankan agens hayati di suatu lokasi pelepasan. Prosedur kolonisasi harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut : a) kondisi di tempat kolonisasi optimal untuk kegiatan hidup agens hayati; b) jumlah agens hayati yang dilepas harus cukup; c) pelepasan dilakukan dalam suatu deret pelepasan untuk setiap tempat; d) tempat pelepasan tersebar dalam kisaran geografi atau ekologi mangsa/inang (hama).

e. Evaluasi agens hayati

Penurunan populasi hama setelah pelepasan agens hayati mungkin belum tentu, disebabkan kegiatan agens hayati. Persentase kematian oleh predator/parasitoid tidak dapat disamakan dengan tingkat pengendalian, karena bagian yang tidak diserang atau terhindar agens hayati yang menentukan kepadatan populasi waktu berikutnya.

2. Augmentasi populasi musuh alami, dapat dilakukan dengan cara melepaskan musuh alami ke lapangan untuk meningkatkan populasinya. Oleh karena musuh alami yang ada di areal pertanian tidak mampu mengendalikan hama, meskipun konservasi telah dilakukan, maka cara kedua pendekatan pengendalian hayati adalah melakukan pembiakan massal musuh alami itu di laboratorium, kemudian melepaskannya kembali ke lapang dengan tujuan untuk akselerasi populasinya di lapang dan menjaga populasi serangga hama. Dalam pendekatan ini ada dua metode yang dikenal yaitu Inokulasi dan Inundasi.

- a. Inokulasi

Inokulasi adalah pelepasan agens hayati dalam jumlah relatif sedikit dengan harapan agens hayati akan menetap dan berkembang biak sehingga generasi berikutnya dapat menekan populasi hama. Teknik ini dilakukan di daerah yang belum terdapat agens hayati yang efisien. Sebagai pertimbangan dilakukan teknik ini pada ekosistem ialah lahan yang stabil sehingga agens hayati dapat berkembangbiak.

- b. Inundasi

Inundasi adalah pelepasan agens hayati dalam jumlah besar (hasil pembiakan di laboratorium) dengan tujuan dapat menekan populasi hama secara cepat. Agens hayati yang dilepas tidak diharapkan menetap dalam waktu lama. Oleh sebab itu dilepas dalam jumlah yang banyak, sehingga teknik pembiakan agens hayati lebih efisien dan murah. Seperti

contoh parasitoid telur *Trichogramma* spp untuk mengendalikan berbagai jenis hama. Parasitoid telur ini mudah dibiakkan secara massal dengan inang pengganti yaitu telur hama gudang *Corcyra cephalonica*.

Di Indonesia penggunaan *Trichogramma* sebagai komponen pengendalian hama sudah digunakan sejak lama, diantaranya untuk mengendalikan penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) dan penggerek batang tebu *Chilo* sp. (Lepidoptera : Pyralidae). Pada tahun 1920-an menggunakan inang *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera : Gelechidae).

Prosedur dalam pengembangan teknik inundasi antara lain : 1) Eksplorasi, 2) Pembiakan massal agens hayati, 3) Pelepasan periodik, dan 4) Evaluasi.

3. Konservasi adalah suatu tindakan melestarikan agens hayati yang sudah ada di lapangan dengan cara mengatur ekosistem dan mengurangi penggunaan pestisida yang dapat mengganggu dan mematikan agens hayati.

Konservasi dilakukan untuk mempertahankan populasi musuh alami di lapangan dengan cara utamanya mengurangi penggunaan pestisida, memanipulasi habitat dan lingkungan, pengelolaan tanaman non budidaya.

Konservasi musuh alami / agens hayati dapat dilakukan dengan antara lain :

- a. Mengurangi penggunaan insektisida (frekuensinya)
- b. Manipulasi habitat dan lingkungan pada atau di sekitar lahan pertanaman budidaya.

Salah satu cara adalah dengan pengelolaan tumbuhan non budidaya. Tumbuhan non budidaya merupakan sumberdaya yang melimpah bagi agens hayati, karena dapat menyediakan serangga inang ataupun mangsa alternatif; sumber nektar dan tepungsari serta embun madu sebagai bahan makanan tambahan agens hayati dewasa (predator atau parasitoid); tempat pengungsian (refugian) dan perlindungan; tempat mempertahankan keberadaan hama dalam populasi rendah di luar musim tanam untuk bertahan hidup agens hayati. Makanan tambahan tersebut sangat diperlukan dalam produksi telur, tambahan energi, peningkatan lama hidup, dan keperidian yang sangat menentukan keberhasilan kerja agens hayati di tempat itu.

Hubungan pola pertanaman dan musuh alami beberapa penelitian membuktikan bahwa habitat di sekitar lahan yang ditanami padi dan kedelai, yaitu pematang dan tepian saluran air merupakan tempat perlindungan bagi berbagai predator generalis seperti laba-laba, kumbang Cerabidae dan kumbang Staphylinidae. Komunitas predator pertanaman kedelai setelah pertanaman padi musim hujan mempunyai kemiripan yang tinggi dengan komunitas yang sama

pada pertanaman padi gadu. Dengan demikian, tanaman kedelai memfasilitasi perpindahan musuh alami ke pertanaman padi berikutnya, disebut sebagai “jembatan predator” dan padi musim hujan ke musim hujan berikutnya. Kerapatan populasi predator dan parasitoid semakin meningkat pada tanaman padi dengan pematang bersih, diberi mulsa jerami dan dibiarkan kotor.

Pemanfaatan serangga predator untuk pengendalian serangga hama sebenarnya telah lama dilakukan dengan semut hitam *Oecophylla smaragdina* pada tanaman jeruk di Cina 300 Masehi dan *Dolichoderus bituberculatus* Mayr. (Hymenoptera : Formicidae) yang digunakan untuk mengendalikan *Helopeltis* sp. (Hemiptera : Miridae) di kebun kakao sejak awal abad lalu. Cara itu diketahui pertama kali oleh seorang pekebun kakao di daerah Kediri pada tahun 1908. Pengendalian *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera : Hispididae) di Sulawesi Selatan dan Jawa dengan parasitoid *Tetrastichus brontispae* Ferr (Hymenoptera: Eulophidae).

Prosedur yang perlu dilakukan untuk menunjang konservasi agens hayati antara lain: 1) Pengaturan teknik budidaya, 2) Pengamatan berkala, 3) Penyediaan makanan tambahan, tempat berlindung dan inang pengganti, dan 4) Pengurangan penggunaan pestisida.

B. Evaluasi Pengendalian Hayati

Penurunan populasi hama setelah pelepasan agens ahayati kemungkinan belum tentu disebabkan oleh kegiatan agens hayati. Selain itu persentase kematian oleh predator ataupun parasitoid (persentase predatisasi/parasitisasi) tidak dapat disamakan dengan tingkat pengendalian, karena bagian yang tidak terserang atau terhindar dari agens hayati yang menentukan kepadatan populasi waktu berikutnya. Oleh karena itu untuk evaluasi kegiatan musuh alami ada dua cara yaitu eksperimental dan analisis.

Dalam cara ekperimental termasuk empat metode eksklusi yang dapat menunjukkan efikasi musuh alami dalam keadaan tertentu. Tiap metode tersebut mungkin hanya sesuai untuk hama dan musuh alami tertentu tanaman tertentu.

Keempat metode tersebut ialah :

1. Metode penghalang mekanis

Metode ini tanaman atau bagian tanaman yang tidak terinfestasi hama dikurung dengan kurungan/selubung kain, kemudian diinfestasi hama ke dalam kurungan. Ada tanaman lain yang diinfestasi hama tidak dikurung atau ada lubang/jendela sehingga musuh alami bisa keluar masuk. Hasilnya populasi hama lebih tinggi pada tanaman yang dikurung dibandingkan pada tanaman yang dikurung ada lubang keluar masuk musuh alami. Perbedaan ini disebabkan adanya unjuk kerja musuh alami yang menekan populasi hama, biasanya digunakan pada hama kutu tanaman, contohnya

Saissetia oleae (Homoptera: Coccidae) untuk melihat kerja parasitoid *Metaphylus helvolus* (Hymenoptera) pada tanaman jeruk.

2. Metode eksklusi kimia

Metode ini digunakan insektisida yang selektif. Insektisida dapat mematikan/menghambat musuh alami, tetapi tidak mematikan hama dengan baik. Kemudian dibandingkan pertumbuhan populasi hama pada petak yang diperlakukan dengan insektisida dibandingkan dengan petak tidak diperlakukan insektisida. Pada petak tidak diperlakukan insektisida pertumbuhan populasi hama rendah, hal ini menunjukkan adanya unjuk kerja musuh alami. Dicoba pada kutu *Icerya purchasi* dan *Aonidiella aurantii* pada tanaman jeruk.

3. Metode cek biologis

Metode ini digunakan pada situasi yang terbatas dan simbiose jenis-jenis tertentu dengan kutu. Contohnya simbiose semut dengan kutu tanaman tertentu. Datangnya semut untuk mendapatkan embun madu dari kutu, sedangkan kutu terlindungi dari musuh alami. Ada hal yang perlu diperhatikan yaitu kehadiran semut dalam koloni kutu justru dapat merangsang reproduksi kutu dan menaikkan populasi kutu. Penurunan populasi kutu dapat disebabkan oleh dua hal yaitu adanya musuh alami dan tidak adanya rangsangan semut.

4. Metode pengambilan dengan tangan

Metoda ini dilakukan pada hama yang tidak bergerak/daya pencarnya rendah, tetapi musuh alami bergerak sehingga ditangkap. Musuh alami ditangkap menunjukkan peningkatan populasi hama,

dibandingkan dengan tidak dilakukan penangkapan musuh alami. Dilakukan di California hama kutu, tungau dan ulat pada tanaman advocad.

Namun cara evaluasi kegiatan musuh alami yang dapat memberikan hasil yang lebih tepat adalah dengan melakukan pengamatan neraca kehidupan (*life table*) serangga hama yang dikendalikan. Neraca kehidupan merupakan teknik menghitung angka kelahiran dan kematian suatu populasi. Metode teknik analisis neraca kehidupan berguna menilai dampak dari faktor-faktor mortalitas, baik yang instrinsik maupun ekstrinsik terhadap angka pertumbuhan populasi. Dalam menyusun neraca kehidupan harus ditentukan terlebih dahulu kisaran umur organisme tersebut. Pemanfaatan musuh alami yang berhasil akan ditunjukkan oleh dominannya faktor mortalitas yang disebabkan oleh musuh alami yang digunakan.

Pengendalian hayati mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan pestisida dan cara pengendalian yang lain, antara lain : a) relatif selektif; b) organisme yang digunakan sudah ada di alam; c) organisme yang digunakan dapat mencari dan menemukan hama sendiri; d) organisme yang digunakan dapat berkembang biak dan menyebar dengan sendirinya; e) hama tidak menjadi resisten atau kalau ada sangat lambat; f) pengendalian dapat berjalan dengan sendirinya; dan g) tidak ada pengaruh samping yang buruk seperti pada penggunaan pestisida.

Namun demikian pengendalian hayati umumnya berjalan lambat, dan khususnya pengendalian hayati klasik memerlukan biaya mahal, hasilnya tidak dapat diramalkan dan untuk pengembangannya memerlukan pengawasan pakar.

II. PREDATOR DAN PARASITOID

A. Predator

1. Biologi dan Prilaku Predator

Predator adalah organisme yang membunuh/memangsa organisme lainnya untuk kebutuhan makannya.

Karakteristik predator antara lain :

- a. Predator dapat memangsa semua tingkat perkembangan mangsanya (telur, larva, nimfa, pupa dan imago)
- b. Bersifat karnivor baik pada saat pradewasa maupun dewasa (imago)
- c. Membinasakan atau melumpuhkan mangsa sebelum mengkonsumsi dan memakan atau mengisap mangsanya dengan cepat
- d. Memerlukan dan memakan lebih dari satu mangsa untuk perkembangan pertumbuhan selama hidupnya, dan membunuh mangsa untuk dirinya sendiri. Predator memangsa serangga-serangga yang lebih kecil atau lebih lemah.
- e. Umumnya memiliki ukuran tubuh lebih besar dibandingkan dengan tubuh mangsanya. Serangga predator biasanya serangga-serangga yang aktif dan kuat. Dari segi perilaku ada predator yang mengunyah seluruh tubuh mangsanya dan ada yang

menusuk mangsanya dengan alat mulutnya yang berbentuk seperti jarum kemudian mengisap cairan tubuh mangsanya.

- f. Organ tubuh predator berkembang baik sehingga dapat bergerak cepat atau terbang serta modifikasi embelan yang memungkinkan melakukan fungsi yang lebih dari yang dimiliki serangga pada golongan lain (alat mulut Reduviidae yang kokoh dan kuat; tungkai depan belalang sembah disesuaikan untuk menangkap dan memegang mangsa; mata majemuk capung yang besar dapat menangkap bayangan pada radius 360°).
- g. Ada imago dan serangga pradewasa hidup pada habitat dan sumber makanan yang sama sehingga menimbulkan kompetisi di dalam spesies itu sendiri (*heteroecism*) contoh Coccinellidae, Reduviidae.
- h. Predator pada umumnya *generalis* yaitu memangsa berbagai jenis spesies mangsa. Beberapa dan ada yang *spesialis* yaitu hanya memangsa satu jenis spesies mangsa contoh umum Coccinellidae pemakan kutu-kutu sedenter (Coccidophagous).

Secara umum tahapan yang dilalui predator dalam menemukan mangsa sebagai berikut :

- a. Penemuan habitat mangsa

Predator yang berasosiasi dengan populasi mangsa atau habitat yang berpindah-pindah dan umumnya memiliki sayap. Biasanya predator menemukan terlebih dahulu habitat yang potensial dihuni oleh mangsa atau kebutuhan nutrisi lainnya yang dapat

mendukung oogenesis dan oviposisi. Penemuan habitat mangsa dapat dilakukan secara acak dan sistemik (tuntunan fisik : warna, bentuk, tekstur habitat; tuntunan kimia allelokimia).

b. Penemuan mangsa

Predator dapat menemukan mangsa dengan 2 cara yaitu indera penglihatan dan secara kimia. Pada serangga tertentu tahap menemukan mangsa dilakukan oleh imago (Syrphidae, Cecidomyiidae)

c. Penerimaan mangsa

Faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaa mangsa adalah ukuran, bentuk, pergerakan, suara dan senyawa kimia baik internal maupun eksternal. Umumnya predator terstimulasi untuk mencoba mangsa setelah melakukan kontak dengan *antena* atau *palpal receptor*, setelah itu predator dapat menerima atau menolaknya.

d. Kesesuaian mangsa

Aktivitas mangsa tidak selalu mencerminkan kesesuaian terhadap predator (pemangsa). Dalam situasi tertentu mangsa (makanan) yang dimangsa dapat mengakibatkan predator akan meninggalkan mangsa, mungkin mati oleh toxin yang dikandung mangsa, memangsa pada tingkat yang rendah, berkembang lambat atau fekunditi dan kelangsungan hidup rendah.

e. Pemanfaatan mangsa

Mangsa yang sesuai kemudian akan dipilih dan dimanfaatkan oleh predator untuk mendukung reproduksi dan pertumbuhan populasinya.

Beberapa strategi dikenal digunakan predator di dalam menangkap mangsanya, predator yaitu :

- a. "Duduk" dan menunggu mangsa (laba-laba jaring, undur-undur)
- b. Menunggu dan menyerang mangsa (belalang sembah, Asilidae)
- c. Aktif mencari dan menyerang mangsa (Laba-laba pemburu seperti Lycosidae)
- d. Cleptoparasitism, membiarkan predator lain mengejar dan menangkap mangsa dan setelah berhasil mencurinya dari predator lain, contoh pada laba-laba
- e. Memberikan sinyal yang salah kepada mangsanya (*Insinuation*), contoh pada Reduviidae.

Semua ordo serangga memiliki jenis yang menjadi predator, tetapi selama ini hanya beberapa ordo yang anggotanya merupakan predator yang digunakan dalam pengendalian hayati. Tidak sedikit jumlah serangga yang berperan sebagai serangga predator.

Di Indonesia, keanekaragaman hayati spesies serangga predator cukup tinggi. Ordo-ordo yang spesies-spesiesnya sebagian besar bersifat sebagai predator adalah Odonata, Mantodea, dan Neuroptera. Pada ordo Hymenoptera, famili Formicidae diketahui banyak yang bersifat predator.

Dari ordo Coleoptera yang paling banyak diketahui sebagai kumbang predator adalah Coccinellidae, walaupun ada yang bersifat fitofag. Selain itu juga terdapat famili lain seperti Carabidae, Histeridae, Dytiscidae. Dari ordo Hemiptera yang umumnya bersifat predator: famili Reduviidae, Nabidae, Gerridae, dan Nepidae serta sebagian Pentatomidae.

Beberapa Diptera seperti dari famili Asilidae dan Syrphidae juga berperan sebagai predator. Sedangkan dari ordo Orthoptera hanya sebagian kecil yang berperan sebagai predator. Dari sekian banyak entomofaga, baru sekitar 15-16% yang telah teridentifikasi sebagai agen pengendali hayati.

Spesies-spesies predator yang sering terdapat pada pertanian padi di Indonesia diantaranya :

Coccinella transversalis Fabricius

Coleoptera: Coccinellidae

Pernah ditemukan memangsa Jassidae pada tanaman padi. Banyak ditemukan pada berbagai agroekosistem misalnya jagung, kacang panjang, dan talas. Ditemukan memangsa antara lain : kutu daun, tungau pada singkong, thrips pada daun bawang.



Foto: Derek Boddington

Menochilus (Chilomenes) sexmaculatus Fabricius

Coleoptera: Coccinellidae

Merupakan spesies yang dominan di dataran rendah, banyak ditemukan pada tanaman jagung, tembakau, tebu, kopi dan teh. Umumnya memangsa Aphididae dan Aleurodidae.



Foto : CleanyLee & CABI 2007

***Harmonia octomaculata* Fabricius (*Coccinella arcuata*).**

Coleoptera: Coccinellidae

Umumnya memangsa Jassidae, Aphididae, Coccidae. Ditemukan memangsa tungau pada singkong. Banyak ditemukan pada pertanaman Leguminoceae, Cucurbitaceae, dan Solanaceae.



Imago



Imago



Nymfa

Foto: IRR I

***Micraspis* sp.**

***Micraspis crocea* Mulsant**

***Micraspis discolor* Fabricius**

***Verania lineata* Thunberg**

Coleoptera: Coccinellidae

Pada umumnya ditemukan pada pertanaman padi dan jagung. Memangsa terutama serangga kecil dan tungau. Kumbang ini biasanya aktif sepanjang hari pada pertanaman padi kering maupun basah.



Micraspis discolor



Micraspis crocea



Verania lineata

Foto: IRR I

Ophionea sp.

Ophionea nigrofasciata (Schmidt – Goebel)

Ophionea ishiii ishiii Habu

Coleoptera : Carabidae

Serangga yang tergolong famili Carabidae tubuh imagonya memiliki warna metalik, mengkilat. Serangga dewasa dan larva memiliki alat mulut menggigit-mengunyah. Pada umumnya memangsa Lepidoptera. Merupakan kumbang tanah yang berbadan keras dan aktif.



Foto: IRRI

Kumbang ini larvanya berwarna kehitaman, sedangkan dewasanya berwarna coklat-kemerahan. Biasanya aktif mencari larva penggulung daun di tajuk daun padi, sehingga kumbang ini dapat ditemukan di dalam rongga lipatan daun yang dibuat oleh larva penggulung daun. Larva kumbang predator menjadi kepompong di dalam tanah pematang sawah atau di lahan yang kering. Ditemukan sebagai predator larva Lepidoptera dan wereng coklat pada pertanaman padi. Memangsa 3-5 larva per hari, dengan hanya meninggalkan tudung kepala mangsanya.

Paederus fuscipes Curtis

Coleoptera : Staphyllinidae

Serangga dewasa pada umumnya memanjang, seringkali berukuran kecil dengan elitra yang pendek, berwarna coklat dan hitam. Dapat bergerak dengan cepat dan ditemukan di daerah tersembunyi.

Pada spesies *Paederus fuscipes*, serangga dewasanya mempunyai ciri-ciri berwarna merah, abdomen yang meruncing dan elytra berwarna biru metalik. Umumnya ditemukan pada pertanaman padi memangsa telur dan larva Lepidoptera.



Foto: CABI 2007

***Andrallus spinidens* Fabricius**
Hemiptera : Pentatomidae



Foto: Abriani

A. spinidens biasanya meletakkan telur di dalam kelompok dan sama dengan jenis kepik predator famili Pentatomidae lainnya, meletakkannya pada permukaan tanaman.

A. spinidens dikenal sebagai kepik predator non-spesifik yang menyerang larva dari ordo Lepidoptera dan habitatnya di sawah serta pada semak-semak.

Imago berukuran 12-16 mm, berwarna coklat dengan strip putih pada sisi depan sayap depan dan bercak putih pada ujung skutelum. Kepik predator ini tersebar luas di Asia dan Amerika Latin. *A. spinidens* termasuk jenis predator yang terbatas manfaatnya dalam area dengan jumlah mangsa yang sedikit dan sangat bermanfaat dalam area dengan jumlah mangsa yang banyak karena

memiliki siklus hidup yang pendek serta kebiasaan memangsa dalam jumlah banyak secara terus menerus.

***Zicrona caerulea* Linnaeus**

Hemiptera : Pentatomidae



Foto : Wildbee & Adrian Royle

Serangga dewasa berwarna kebiru-biruan metalik. Predator umumnya memangsa larva Coleoptera dan Lepidoptera

Sycanus spp

Hemiptera : Reduviidae



S. annulicornis

Foto: Abriani

Umumnya ditemukan pada berbagai agroekosistem, memangsa larva Lepidoptera dan *Helopeltis* sp. Serangga dewasa memiliki strip/pita oranye-merah. Pada imago jantan ujung abdomennya terlihat seperti terpotong, sedangkan imago betina ujung abdomennya meruncing.

Terdiri dari 5 (lima) fase instar nimfa dan masing-masing berbeda warnanya yaitu nimfa instar 1-3 berwarna jingga polos, sedangkan nimfa instar 4-5 berwarna jingga tua kecoklatan dengan warna hitam pada bagian thoraks, abdomen dan tungkai. Telur biasanya diletakkan dalam kelompok sampai 250 telur.

***Rhinocoris* sp.**

Hemiptera : Reduviidae



Rhinocoris fuscipes adalah kepek yang berwarna hitam dan merah dengan abdominal strip yang berwarna putih. Kepek ini merupakan predator larva Spodoptera, Heliothis dan Aphid di pertanaman tembakau.

Foto: Siam Insect Zoo

Di India diketahui sebagai predator kumbang *Epilachna* spp. dan Chrysomelid. *Dysdercus*, coccid, dan laron juga diserangnya. Dalam sehari, kepek dewasa dapat memangsa enam larva instar awal atau 1-2 larva instar akhir. Telur diletakkan dalam kelompok, seekor betina dapat meletakkan 80₇ telur dalam 6 minggu. Perkembangan di laboratorium dari telur sampai dewasa adalah 7,5 sampai 9,5 minggu, sementara di India 5-8 minggu. Lama hidup imago adalah tiga bulan. Pada musim hujan, kepek dewasa dapat mati karena penyakit yang disebabkan bakteri.

***Scipinia* sp.**

Hemiptera : Reduviidae

Kepik ini bentuk tubuhnya lancip, memiliki semacam duri pada kepala, pronotum dan tungkai depan. Umumnya ditemukan pada tanaman padi, memangsa larva Lepidoptera dan walangsangit.



S. arenacea



S. horrida Stal

Foto : Nick Monaghan & Gaga 940321

***Polytaxis fuscovittatus* Stal**

Hemiptera : Reduviidae



Foto: IRRI

Kepik ini biasanya hidup terpisah dari yang lainnya (soliter) dan jarang berlimpah baik di lahan basah ataupun di lahan kering. Serangga dewasa berwarna coklat mempunyai tiga duri yang besar dipunggungnya.

Ditemukan di sekitar tajuk daun padi untuk mencari mangsa berupa larva ngengat dan kupu-kupu. Predator ini menyerang mangsa yang lebih besar dari tubuhnya, dengan menusukkan stiletnya ke tubuh mangsanya dan kemudian menyuntikkan racun yang melumpuhkan mangsanya.

***Geocoris ochropterus* Fieber**

Hemiptera : Reduviidae



Foto: Baidu

Serangga dewasa berwarna hitam, kepala, tungkai dan probosisnya berwarna kuning dengan mata berwarna merah. Serangga predator umumnya ditemukan memangsa wereng, aphid, coccid, dll.

***Cyrtorhinus lividipennis* Reuter**

Hemiptera : Miridae

Cyrtorhinus lividipennis Reuter banyak ditemukan pada pertanian padi dan termasuk kelompok pemakan tanaman (serangga fitofag), tetapi di dalam perkembangan hidupnya dapat menjadi predator yang menyukai telur wereng batang dan wereng daun.



Foto: CABI 2007



Nimfanya menjadi sangat melimpah di sawah yang terserang wereng, baik di padi sawah atau padi lahan kering. Serangga predator ini akan mencari upih daun dan upih batang terlebih dahulu untuk mendapatkan telur wereng, kemudian diisap sampai kering dengan menggunakan stiletnya.

Ti Foto: www.fao.org ngkonsumsi 7-10 telur atau 1-5 wereng per hari. Pada umumnya *Cyrtorhinus* meletakkan telur di jaringan tanaman, berkembang menjadi dewasa selama 2-3 minggu, dan dapat menghasilkan 10-20 keturunan. Serangga dewasa berwarna hijau dan hitam, dengan bagian kepala dan thoraks berwarna kecoklatan.

***Microvelia douglasi* Scott**
Hemiptera : Veliidae

Microvelia douglasi Scott merupakan kepinding air, karena dewasa dan nimfa hidupnya di atas permukaan air. Serangga kecil ini bergerak cepat seperti gelombang dan banyak dijumpai pada petak-petak sawah yang tergenang.

Serangga dewasa memiliki punggung yang lebar, bersayap atau tanpa sayap. Punggung yang bersayap mempunyai gambaran hitam dan putih pada leher dan sayap depan.

Serangga dewasa meletakkan 20-30 telur pada batang padi di atas permukaan air. Lama hidupnya 1-2 bulan dan imago yang bersayap dapat memencar ke petak-petak lain bila padi mengering.

Serangga dewasa hidupnya bergerombol dan menyerang secara berkelompok untuk memakan nimfa wereng batang padi yang sering jatuh ke air. Setiap kepinding air dapat memangsa 4-7 wereng per hari. Nimfa serangga juga makan nimfa wereng coklat dan serangga lain yang bertubuh kecil dan lunak.



***Limnogonus fossarum* Fabricius**
***Gerris adelaidis* Dohrn**
Hemiptera : Gerridae



Limnogonus fossarum

Foto: G.Mc Cormack

Limnogonus fossarum Fabricius dan *Gerris adelaidis* Dohrn biasanya dikenal sebagai anggang-anggang (*water striders*). Tubuhnya berukuran besar, berkaki panjang dan sangat lincah. Di persawahan serangga ini terlihat hanya

sedikit jumlahnya karena mudah ketakutan dan segera berpindah tempat menjauhi gangguan.

Serangga dewasa berwarna hitam kecoklatan dengan dua pasang kaki belakang yang sangat panjang. Pasangan kaki tengah berfungsi sebagai dayung dan mengarah ke depan pada saat istirahat.

Serangga predator ini meletakkan telur dalam batang padi yang ada di atas permukaan air sebanyak 10-30 butir dan hidup selama 1-1,5 bulan. Serangga dewasa dan nimfa predator memangsa wereng padi, ngengat dan larva yang jatuh di permukaan air. Setiap serangga memerlukan mangsa sebanyak 5-10 ekor setiap hari.



Gerris adelaidis

Foto: Ceberilla

***Mesovelia hungerfordi* Hale**

***Mesovelia horvathi* Lundblad**

Hemiptera : Mesoveliidae

Serangga predator ini dikenal dengan nama *Water treaders*, kepinding air yang hanya dapat hidup pada habitat basah. Serangga dewasa berwarna hijau kekuningan, ukuran tubuh lebih besar dari *Microvelia* tetapi kelimpahannya lebih sedikit. Serangga dewasa ada yang bersayap dan tidak bersayap.



Mesovelia sp

Foto: IRRI

Serangga dewasa bersayap sering dijumpai di sawah dan berkumpul di dekat pangkal batang padi. Serangga predator ini merupakan pemangsa yang soliter (sendiri-sendiri). Mangsa serangga dewasa dan nimfa adalah larva penggerek batang dan wereng yang jatuh di permukaan air.

***Nabis capsiformis* Germar**

***Arbela nitidula* Stal**

Hemiptera : Famili Nabidae

Spesies yang sering ditemukan pada pertanaman padi yaitu *Nabis capsiformis* (Germar), serangga dewasa berwarna kuning jerami dan *Arbela nitidula* (Stal) serangga dewasa berwarna keputihan, dengan bagian punggung atas kecoklatan dan thoraks kecoklatan.

Pada umumnya sebagai predator wereng, aphid, kepinding, dan larva lepidoptera.



Nabis capsiformis



Arbela nitidula

Foto: W. Sterling & JICA

Conocephalus longipennis de Haan

Orthoptera : Tettigoniidae

Spesies ini dibedakan dengan belalang biasa dari antenanya yang panjang (lebih dari dua kali panjang badannya) dan berukuran besar dengan muka posisi miring. Belalang dewasa berwarna hijau dan kekuningan, nimfanya berwarna hijau tetapi belum mempunyai sayap dan ovipositor yang menyerupai pedang. Lama hidup belalang dewasa selama 3-4 bulan.



Ninafa



Imago

Belalang ini termasuk kelompok fitofag yaitu memakan daun dan malai padi, tetapi juga sebagai predator yaitu memangsa telur kepinding/ walang sangit, telur penggerek batang dan nimfa wereng batang/daun. Seekor belalang dapat memangsa 3 - 4 kelompok telur

Foto: CABI 2007

penggerek batang padi kuning dalam satu hari. Belalang hidup di rerumputan yang ada di sekitar persawahan, aktif pada malam hari dan banyak terdapat di pertanaman padi yang sudah siap panen.

Mantis sp.

Mantodea: Mantidae

Serangga yang termasuk ordo mantidae ini biasaya disebut “belalang sembah”. Salah satu spesies yang sering ditemukan adalah *Stagmonantis caroline*, merupakan predator berbagai agroekosistem. Gerakan dari serangga predator ini agak lambat, umumnya besar dan memanjang dengan bentuk tungkai termodifikasi yaitu menjadi tungkai raptorial. Tungkai tersebut dilengkapi dengan duri-duri yang kuat dan cocok untuk menangkap mangsa. Kepalanya dapat bergerak dengan bebas, dan merupakan satu-satunya serangga yang dapat “melihat ke belakang pundak mereka”. Serangga predator ini adalah pemangsa tingkat tinggi dan makan segala macam serangga dan kadang-kadang bersifat kanibal. Belalang sembah yang betina biasanya memakan belalang jantan segera sesudah perkawinan. Prilaku menangkap mangsanya biasa dilakukan secara diam dan menunggu korban/mangsa dengan tungkai-tungkai depan dalam posisi diangkat ke atas. Serangga ini mempunyai cara kamuflasi atau penyamaran yang baik, diantaranya ada yang mirip daun, bunga dan sebagainya, sehingga tidak dikenali oleh mangsa/mahluk yang lainnya.

Telur-telur diletakkan pada ranting-ranting pohon atau batang-batang rumput dalam kelompok dalam satu pembungkus telur seperti busa

dari bahan seperti kertas yang disekresikan oleh betina yang disebut ooteka. Masing-masing bungkus telur mengandung sekitar 200 atau lebih telur.



Foto: Jon Brierley 2006

***Metioche vittaticollis* Stal**
***Anaxipha longipennis* Serville**
Orthoptera : Gryllidae/Trigoniidae



M. vittaticollis



A. longipennis

Metioche vittaticollis dewasa berwarna hitam dan nimfanya berwarna pucat kekuningan dengan garis-garis kecoklatan, sedangkan *Anaxipha longipennis* dewasa dan nimfa berwarna coklat. Spesies ini lebih dikenal dengan nama jangkerik. Jangkerik dewasa akan kehilangan sayap belakang setelah menetap di lingkungan persawahan,

sedangkan pada nimfa yang lebih tua terlihat telah mempunyai bantalan sayap.

Bentuk ovipositor menyerupai pedang yang berguna untuk meletakkan/menyelipkan telur ke dalam kelopak daun padi dan rumput-rumputan. Lama siklus hidup jangkerik dari telur sampai dewasa 60-80 hari, dan satu ekor jangkerik betina dapat menghasilkan 40-80 jangkerik muda. Jangkerik dewasa dan nimfa ditemukan sebagai predator telur penggerek batang, larva penggulung daun, ulat grayak dan nimfa wereng batang/daun yang ada di pertanaman padi.

Agriocnemis pygmaea Rambur

Agriocnemis femina-femina Brauer

Ischnura senegalensis Rambur

Aciagrion occidentale Laidlaw

Odonata : Coegrionidae/Agrionidae

Spesies serangga ini dikenal sebagai capung jarum atau „kinjeng dom“. Capung dewasa berwarna kuning – hijau dan hitam, abdomen yang ramping dan panjang, serta mempunyai sayap yang sempit dengan kemampuan terbang yang lebih lemah dibandingkan capung lainnya. Yang membedakan, capung jantan lebih berwarna warni dibandingkan capung betina. Beberapa spesies yang sering ditemukan di pertanaman padi antara lain *Agriocnemis pygmaea* mempunyai ujung abdomen berwarna oranye, *Agriocnemis femina-femina* dan *Ischnura senegalensis* yang jantan dicirikan mempunyai ujung abdomen berwarna hijau biru pada sisi thoraks, sedangkan betinanya berwarna kehijau-hijauan, dan *Aciagrion occidentale* berwarna kebiru-biruan.

Untuk mencari mangsanya, nimfa capung yang hidup di air memanjat batang padi mencari nimfa wereng, sedangkan capung dewasa umumnya terbang di bawah tajuk daun padi untuk mencari wereng atau serangga lain yang sedang terbang pada pertanaman padi.



A. pygmaea (a) jantan, (b) betina



A. femina-femina (a) jantan, (b) betina



I. senegalensis (a) jantan, (b) betina



A. occidentale (a) jantan, (b) betina

Foto: www.asia-dragonfly.net

***Neurothemis tullia tullia* Drury**

***Brachythemis contaminata* Fabricius**

***Trithemis pallidinervis* Kirby**

***Crocothemis servilia servilia* Drury**

Odonata : Libellulidae

Sayap capung dewasa betina *Neurothemis tullia tullia* dari pangkal sampai setengah bagian sayap berwarna hitam dan setengah bagian lagi berwarna buram tidak tembus cahaya. Sayap capung dewasa jantan mempunyai bercak hitam besar di bagian ujung sayap dan tengah sayap. *Brachythemis contaminata*, *Trithemis pallidinervis* dan *Crocothemis servilia servilia* merupakan predator telur dan serangga yang ada di pertanaman padi.



N. tullia tullia (a) jantan, (b) betina



B. Contaminata (a) jantan, (b) betina



T. pallidinervis (a) jantan, (b) betina



C. servilia servilia (a) jantan, (b) betina

Foto: www.asia-dragonfly.net

Solenopsis sp.

Hymenoptera : Formicidae

Solenopsis disebut sebagai semut api dan merupakan hewan sosial yang memburu mangsa secara berkelompok. Semut api ini memangsa berbagai jenis serangga, hewan kecil dan dapat memangsa serangga yang kuat dan lebih besar dari tubuhnya seperti imago kepinding hitam. Semut api berwarna kemerahan sampai coklat, membuat sarang di tanah kering pada pematang sawah basah. Dapat menyerang/menggigit setiap orang yang berjalan di atas pematang sawah. Semut dengan cepat dapat membentuk koloni di tempat baru, untuk

membuat sarang dengan ratusan sampai ribuan semut pekerja dan serdadu. Biasanya mencari makanan di sekitar sarangnya, seperti biji-bijian dari sawah kering kemudian dibawa ke sarangnya. Di dalam sarang terdapat semut pekerja yang bertugas menghancurkan biji-biji sehingga menjadi bentuk makanan yang dapat dimakan semut muda.



Foto: www.antbase.net

***Ropalidia fasciata* Fabricius**

Hinemoptera: Vespidae

Ropalidia fasciata tubuhnya berwarna coklat, dengan bentuk tubuh seperti motor vespa. Serangga dewasa menangkap mangsa larva Lepidoptera dan serangga lain untuk dikonsumsi sendiri dan larva Vespidae lainnya.



Foto: Visa Sstraka 2007

***Euborellia stali* Dohrn**

Dermaptera : Carcinophoridae



Euborellia stali dikenal sebagai „cecopet“. Cecopet dewasa berwarna agak kehitaman dengan pita putih di antara ruas perut dan satu bercak putih pada ujung masing-masing antena.

Foto: CABI 2007

Cecopet mempunyai sepasang penjepit yang menyerupai tang, fungsinya lebih banyak digunakan untuk pertahanan dari pada untuk menangkap mangsa. Betina dapat menghasilkan 200-350 telur. Cecopet dapat masuk dalam liang batang untuk mencari larva penggerek batang padi. Dewasanya dapat hidup 3-5 bulan dan sangat aktif pada malam hari. Dapat mencari mangsa dengan memanjat daun dan dapat memangsa 20-30 mangsa setiap hari.

***Poecilotrapphera taeniata* Macquart**

Diptera : Platysomatidae

Poecilotrapphera taeniata berwarna kebiru-biruan metalik. Kepala dan antena kuning, tungkai, kecoklatan dengan tarsi berwarna kekuningan. Sayap dicirikan berwarna hitam. Predator memangsa larva penggerek batang padi.



***Anatrichus pygmaeus* Lamb**
Diptera : Chloropidae



Foto: JICA

Anatrichus pygmaeus (Lamb) dewasa berwarna kehitaman, antena dan tungkai kuning kemerahan. Sayap transparan dengan kabut batas kuning-merah. Memangsa larva penggerek batang padi.

***Oxyopes javanus* Thorell**
***Oxyopes lineatipes* C.L. Koch**
Araneae : Oxyopidae

Spesies yang sering ditemukan pada pertanaman padi adalah *Oxyopes javanus* dan *Oxyopes lineatipes*. *O. javanus* ukuran tubuh jantan 7-8 mm dan betina 8-10 mm. Perbedaan *O. javanus* yang betina dan jantan yaitu betina mempunyai dua pasang gambaran putih diagonal pada sisi abdomen, sedangkan yang jantan mempunyai palpus yang membesar. *O. lineatipes* mempunyai dua garis coklat kemerahan dan dua garis putih memanjang pada abdomennya. Laba-laba *Oxyopes* merupakan laba-laba pemburu yang tidak membentuk jaring, mempunyai ciri tungkai yang panjang dan mata yang tajam. Laba-laba ini lebih menyukai habitat yang kering, biasanya hidup di dalam tajuk daun padi dan mulai membuat koloni di lahan padi setelah tajuk daun padi terbentuk. Laba-laba betina dapat menghasilkan 200-350 keturunan,

menjaga kelompok telur yang menyerupai kokon yang diletakkan pada daun dan dapat hidup selama 3-5 bulan.

Dalam mencari mangsa laba-laba ini selalu menyembunyikan diri dari mangsanya, sampai mangsanya berada dekat dalam jarak sambarannya.

Memangsa kebanyakan ngengat dan serangga kecil lainnya yang ada di pertanaman padi.

Laba-laba ini dapat membunuh 2-3 ekor ngengat setiap hari, sehingga keberadaannya sangat penting peranannya dalam mencegah meningkatnya populasi generasi baru serangga hama.



O. javanus (a) jantan, (b) betina



O. lineatipes (a) jantan, (b) betina

Foto: IRRI & CABI 2007

***Pardosa pseudoannulata* Bosenberg and Strand**
Araneae: Lycosidae

Pardosa pseudoannulata dikenal sebagai *Wolf spider* (laba-laba serigala) dan umum ditemukan pada agroekosistem padi. Ukuran tubuh jantan 5-9 mm dan betina 8-18 mm. Tubuhnya dicirikan dengan adanya bola tubuh pada thoraks yang berbentuk seperti garpu dan gambaran berwarna putih pada abdomen. Laba-laba yang jantan mempunyai palpus yang besar, keberadaan laba-laba tersebut sudah ada di lahan pertanaman awal. Laba-laba pemburu ini hidupnya berpindah-pindah

dan berkoloni pada lahan padi sawah atau padi kering yang baru selesai pengolahan tanah. Laba-laba betina dapat meletakkan telur sebanyak 200-400 butir dalam waktu 3-4 bulan selama hidupnya. Dari jumlah telur tersebut hanya lebih kurang 60-80 menetas menjadi anak laba-laba dan selalu berada di punggung induknya. Laba-laba pemburu ini banyak dijumpai di sekitar pangkal batang padi yang kemudian akan menyebar menyeberangi permukaan air apabila diganggu. Laba-laba ini tidak membuat jaring, tetapi dapat menyerang mangsa secara langsung. Laba-laba dewasa memangsa berbagai jenis serangga diantaranya ngengat penggerek, sedangkan anak laba-laba dapat memangsa wereng batang dan nimfa wereng

daun. Dalam memangsa, laba-laba pemburu ini dapat mengkonsumsi 5-15 ekor mangsa setiap hari, memangsa sebelum populasi hama meningkat sampai pada tingkat yang menimbulkan kerusakan.



P. pseudoannulata (a) jantan, (b) betina

Foto: CABI 2007

***Phidippus* sp**
Araneae: Salticidae



Foto: Packtpulk

Phidippus sp dicirikan mempunyai rambut berwarna coklat pada tubuhnya, memiliki mata besar di bagian depan kepala. Laba-laba ini umum ditemukan di berbagai agroekosistem, merupakan laba-laba

pemburu dengan kemampuan melompat dan bila diganggu tidak cepat menghindar. Telur diletakkan dalam bentuk kelompok sutera di dalam lipatan daun. Laba-laba betina menjaga kelompok telur tersebut dan dapat menghasilkan 60-90 keturunan sepanjang hidupnya selama 2-4 bulan. Laba-laba biasanya bersembunyi di dalam rongga kecil dalam lipatan daun sebagai tempat hidup sekaligus menunggu mangsanya. Mangsanya adalah wereng daun dan serangga kecil lainnya di pertanaman padi. Seekor laba-laba dewasa dapat memangsa 2-8 ekor mangsa setiap hari.

***Atypena (Callitrichia) formosana* Oi**
Araneae : Linyphiidae

Atypena (Callitrichia) formosana (Oi) merupakan laba-laba berukuran kecil dan sering dikacaukan dengan anak laba-laba spesies lain.



Foto: IRRI

Telur berbentuk agak bulat diletakkan dalam kelompok yang ditutupi oleh lapisan sutera yang tipis pada kelopak daun yang kering dan tidak dilindungi oleh induknya. Laba-laba betina dapat menghasilkan 80-100 ekor anak laba-laba.

Laba-laba kecil ini menyukai daerah agak basah, umumnya dapat dijumpai sampai 30-40 ekor di pangkal batang padi atas batas air. Laba-laba dewasa mempunyai tiga pasang gambaran berwarna coklat pada bagian abdomen. Lama hidup laba-laba tersebut 1,5-2 bulan.

Memangsa nimfa wereng daun dan wereng batang yang masih muda sebanyak 4-5 ekor setiap hari. Laba-laba ini berburu mangsanya secara langsung, menangkap mangsanya dengan menggunakan jala yang dibuat secara tidak teratur dan berpindah dengan sangat lambat.

***Argiope catenulata* Doleschall**

***Araneus inustus* L. Koch**

Arenae : Araneidae

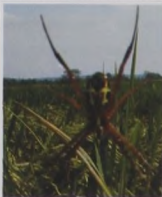
Laba-laba dewasa spesies ini bertubuh bulat dengan warna-warni sangat jelas dan membuat jaring yang sering ditemukan di berbagai agroekosistem pada tajuk tanaman.



A. inustus

Foto: CABI 2007

Argiope catenulata dewasa abdomennya memiliki tanda warna kuning dan putih keabuan, ukuran tubuhnya jantan 4,5-6 mm dan betina 12-20 mm. *Araneus inustus* abdomennya memilki tanda lembaran hitam bulat telur, ukuran tubuh jantan 4-5 mm dan betina 5-8 mm.



A. catenulata

Foto : Abriani

Laba-laba tersebut biasanya datang dan menetap di sawah yang terlambat tanam, tetapi dapat dijumpai pada lahan sawah basah maupun sawah kering. Laba-laba jantan dan betina pada hari panas akan mencari tempat berlindung di bawah daun disamping jaringnya. Laba-laba dapat hidup 2-3 bulan dan meletakkan 600-800 telur.

Argiope betina meletakkan telur dalam kokon berwarna coklat terang yang diletakkan tergantung pada jaring.

Araneus betina meletakkan telur dalam lipatan daun dan ditutupi oleh benang sutera putih. Laba-laba betina akan menanti mangsanya di tengah jaring bila hari mendung, sedangkan laba-laba jantan akan memperhatikan di dekatnya. Mangsa serangga yang terbang sampai sebesar kupu-kupu dan belalang. *Araneus* memangsa serangga-serangga kecil seperti wereng, wereng batang dan lalat. Mangsa yang tertangkap di jaring akan berusaha melepaskan diri, tetapi akan semakin membuat mangsa tersebut terikat kuat dan lekat pada jaring.

***Tetragnatha javana* Thorell**

***Tetragnatha mandibulata* Walckenaer**

***Tetragnatha maxillosa* Thorell**

Araneae: Tetragnathidae

***Tylorida striata* Thorell**

Araneae: Metidae

Tetragnatha javana jantan 8-10 mm dan betina 13-25 mm, *Tetragnatha mandibulata* ukuran tubuh jantan 10-14 mm dan betina 10-18 mm, *Tylorida striata* ukuran tubuh jantan 3,5 mm dan betina 4-5 mm, *Tetragnatha maxillosa* ukuran tubuh 6-10 mm. Laba-laba dapat hidup 1-3 bulan. Laba-laba jantan dibedakan dengan adanya rahang yang panjang/membesar. Laba-laba betina dapat bertelur 100-200 butir, yang diletakkan secara berkelompok yang ditutupi oleh bahan sutera seperti kapas di bagian tengah batang padi. Umumnya lebih menyukai tempat

yang basah dan berada pada tajuk daun padi pada siang hari, sedangkan pada pagi hari menunggu mangsa di dalam jaringnya. Mangsanya yang umum yaitu wereng daun, lalat atau ngengat yang masuk ke dalam jaring, kemudian laba-laba dengan cepat akan mengikat dengan suternya. Laba-laba dewasa dapat memangsa 2-3 mangsa per hari.



T. javana



T. mandibulata



T. striata



T. maxillosa

Foto : AllenLee & y_leon23

Burung hantu (*Tito Alba*)
Strigiformes : Tytonidae

Tikus merupakan salah satu hama tanaman pertanian yang mempunyai sifat serangan kronis endemis, sehingga membuat para petani kewalahan menghadapinya. Banyak cara telah dilakukan untuk mengendalikannya, mulai dari gropyokan, pergiliran tanaman, sanitasi lingkungan, sampai menggunakan bahan beracun (umpan dan rodentisida). Selain menggunakan berbagai cara di atas, juga digunakan predator yaitu ular, *Tito Alba* (burung hantu).

Dengan berbagai kelebihanya, burung hantu (*Tyto alba*) merupakan salah satu predator yang potensial, karena spesies ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan yang lain, yaitu memiliki ukuran tubuh relatif lebih besar daripada spesies burung hantu yang lain; memiliki kemampuan membunuh dan memangsa tikus cukup baik; mudah beradaptasi dengan lingkungan yang baru dan cepat berkembangbiak.

Tyto Alba mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Warna bulu sayap atas dan punggung abu-abu agak kuning, sayap bawah dan dada sampai perut putih berbintik hitam. *Tyto alba* betina, bulu leher depan warna kuning berbintik hitam sedangkan jantan putih berbintik hitam.
2. Bola mata hitam tajam, keduanya menghadap ke depan dan di bawahnya terdapat paruh yang ujungnya bengkok ke bawah, tajam dan kokoh.
3. Kaki berbulu dengan 4 jari mempunyai kuku yang tajam.

b. Prosedur Umum Pengembangan Predator

1. Eksplorasi

Eksplorasi predator dilaksanakan dengan menangkap atau mengumpulkan jenis predator/serangga pada habitat hama sasaran. Dalam mendapatkan mangsanya, sebagian predator aktif memburu mangsanya, sedangkan predator yang lain membuat perangkap dan menunggu mangsanya datang.

2. Identifikasi

Identifikasi dapat dilakukan dengan cara pengamatan morfologi predator/serangga, kemudian dibandingkan dengan buku-buku taksonomi.

Predator serangga hama pertanian dari golongan serangga umumnya termasuk dalam ordo Hemiptera (famili Reduviidae, Veliidae, Pentatomidae, Nabidae, Miridae, Gerriidae), Orthoptera (famili Tettiigoniidae, Trigoniidae), Mantodea (famili Mantidae), Coleoptera (famili Carabidae, Staphilinidae, Anthicidae, Coccinellidae), Hymenoptera (famili Vespidae), Diptera (famili Tephrididae, Syrphidae, Ceratopogonidae, Chloropidae) dan Odonata (famili Agrionidae).

3. Uji Efektivitas dan Kestabilan

Efektivitas suatu predator terhadap serangga hama (mangsa) dapat dievaluasi berdasarkan kemampuan makan, kemampuan mencari mangsa dan kemampuan memencar. Pada buku ini hanya disajikan teknik untuk mengevaluasi kemampuan makan predator yang

umum memangsa serangga hama pertanian. Adapun tahapan uji kemampuan memangsa adalah sebagai berikut :

- Siapkan tanaman inang serangga hama uji dalam pot.
- Inokulasikan serangga hama dengan stadium yang berbeda pada tanaman uji dengan kepadatan yang bervariasi.
- Inokulasikan satu ekor predator pada masing-masing tanaman uji yang telah diinfestasikan serangga hama (mangsa) dan kontrol.
- Amati jumlah kematian serangga hama (populasi tersisa) yang diakibatkan oleh predator dengan interval 24 jam selama 7 hari.

4. Uji produksi massal

Produksi massal yang dimaksudkan adalah keahlian untuk memproses dan memperbanyak agens hayati dengan biaya produksi yang murah, serta efektifitasnya stabil. Langkah pertama dalam uji produksi massal adalah memperbanyak agens hayati pada inang alaminya, dengan biaya yang murah. Untuk itu diperlukan rearing inang alaminya. Apabila inang alami terlalu mahal, maka langkah kedua adalah produksi massal dengan menggunakan media buatan atau inang alternatif.

Produksi massal predator umumnya dengan menggunakan inang alaminya. Tahapan untuk produksi massal predator adalah sebagai berikut :

- Rearing inang alaminya dengan biaya yang paling murah dan cara yang paling sederhana.

- Inang alami dimasukkan ke dalam kurungan dan dipelihara.
- Masukkan predator ke dalam kurungan dan dibiarkan untuk berkembang, untuk menghindari kanibalisme apabila jumlah predator telah berkembang harus dipindahkan.

5. Uji Efektifitas Skala Lapang

Uji skala lapang perlu dilakukan terhadap semua jenis agens hayati termasuk predator sebelum dimasyarakatkan secara luas. Efektivitas agens hayati di lapang dipengaruhi oleh faktor biotik (makanan, persaingan predasi dan parasitasi, infeksi pathogen) dan faktor abiotik (suhu, angin dan kelembaban). Oleh sebab itu dalam melaksanakan uji efektivitas agens hayati skala lapang harus dipertimbangkan kedua faktor tersebut. Tahapan pelaksanaan uji efektivitas predator skala lapang sebagai berikut :

- Memilih tempat pengujian di daerah serangan endemis OPT sasaran,
- Membuat rancangan petak uji yang memenuhi standar uji statistik, perlakuan standar yang harus ada dalam rancangan tersebut adalah petak perlakuan predator atau parasitoid dan kontrol (tanpa perlakuan atau dengan aplikasi pestisida/ agens hayati yang telah mantap),
- Pengamatan terhadap populasi awal serangga hama satu hari sebelum diaplikasi dengan predator
- Aplikasi agens hayati umumnya dilakukan sore hari untuk menghindari kerusakan akibat faktor lingkungan,

- Efektivitas predator dapat diamati pada 1,3,7 dan 14 hari setelah diaplikasikan,
- Pengamatan dampak aplikasi agens hayati terhadap serangga bukan sasaran, juga diamati pada saat yang bersamaan,
- Hitung semua biaya yang dikeluarkan per unit perlakuan yang dilakukan dengan menghitung kebutuhan bahan, tenaga dan alat yang dibutuhkan untuk aplikasi predator.

Parasitoid

a. Biologi dan Prilaku Serangga Parasitoid

Parasitoid adalah serangga yang memarasit (hidup dan berkembang dengan menumpang) serangga lain yang disebut inang. Serangga yang bersifat parasit adalah hanya pada fase pradewasa (larva), sedangkan fase dewasanya (imago) hidup sebagai serangga bebas dan biasanya memerlukan makanan yang berupa nektar, madu, atau zat-zat lain yang mengandung gula. Imago betina parasitoid aktif mencari inang untuk meletakkan telur. Setelah parasitoid menetas, larvanya makan dengan cara mengisap cairan tubuh inang agar parasitoid dapat berkembang dengan normal. Inang yang terparasit pada akhirnya akan mati. Pada beberapa jenis parasitoid (kelompok idiobiont), kematian inang terjadi segera setelah diparasit, sedangkan pada sebagian besar parasitoid (kelompok koinobiont), kematian inang biasanya terjadi ketika parasitoid telah menyelesaikan fase larva. Larva parasitoid tidak pernah pindah inang sehingga satu individu parasitoid dalam perkembangannya hanya memerlukan satu individu.

Parasitoid yang berkembang di dalam tubuh inangnya disebut endoparasitoid dan yang berkembang di luar tubuh inang disebut ektoparasitoid. Inang yang diparasit dapat berupa telur, larva, nimfa, pupa atau imago serangga hama. Inang yang berupa telur dan pupa biasanya akan mati segera setelah diparasit. Serangga inang yang berupa larva yang diparasit oleh endoparasitoid biasanya tetap hidup dan tidak mudah dibedakan dengan larva yang sehat. Gejala parasitisasi baru tampak ketika inangnya telah mati, yang biasanya terjadi ketika parasitoid telah menyelesaikan fase larvanya. Gejala parasitoid oleh ektoparasitoid biasanya mudah dilihat karena larva parasitoid tampak menempel di luar tubuh inangnya. Kadang-kadang inang yang diparasit oleh ektoparasit juga telah lumpuh atau mati beberapa saat setelah diparasit.

Sebagian besar parasitoid termasuk anggota ordo Hymenoptera (tabuhan) dan beberapa dari ordo Diptera (lalat). Famili-famili penting dari Ordo Hymenoptera yang anggotanya merupakan parasitoid serangga hama antara lain Ichneumonidae, Braconidae, Mymaridae, Trichogrammatidae, Euplophidae, Encyrtidae, Chalcididae, Pteromalidae, Scelionidae, Platygasteridae, Dryinidae, Bethyidae, dan Scoliidae. Dari ordo Diptera, famili-famili yang anggotanya menjadi parasitoid serangga hama antara lain Tachinidae, Pipunculidae, dan Sarcophagidae.

Perilaku serangga parasitoid dewasa betina sangat penting untuk diketahui dan dipelajari, karena dewasa betina yang mencari dan memilih serangga inangnya untuk tempat pertumbuhan dan perkembangan keturunannya. Selain itu, apabila parasitoid betina ini efisien, ia mampu mendapatkan inangnya walaupun dalam populasi inang yang rendah. Perilaku serangga parasitoid yang menentukan parasitisasi diantaranya :

1. **Periode sebelum Peletakan Telur.** Diantara parasitoid dari ordo Hymenoptera ada perbedaan dalam produksi dan pemasakan telur dalam ovarium. Dua tipe produksi telur Hymenoptera adalah tipe *proovigenic* dan *synovigenic*. Pada tipe *proovigenic* yaitu seluruh telur-telurnya sudah matang ketika parasitoid betina keluar dari kepompongnya dan segera dikeluarkan. Tipe *synovigenic* yaitu parasitoid betina keluar dari kepompong ovariumnya belum membentuk telur. Telur diproduksi selama hidupnya sehingga jumlahnya sangat tergantung pada bahan makanan yang didapat induknya. Sebagian besar Hymenoptera, produksi telurnya tergolong dalam tipe *Synovigenic*.
2. **Perilaku dalam Pemilihan Inang.** Tahapan parasitoid untuk berhasil memarasit serangga inangnya yaitu penemuan habitat inang, penemuan inang, penerimaan inang dan kesesuaian inang. Pada awalnya, parasitoid tidak memperhatikan ada atau tidaknya inang, tetapi mencari atau memilih habitat atau lingkungan tertentu yang biasa menjadi habitat inangnya. Setelah habitat ditemukan, parasitoid mulai mencari untuk menemukan inangnya.

Tahapan pertama dan kedua ini termasuk dalam seleksi ekologi. Pada tahapan ketiga yaitu penerimaan inang ada seleksi psikologi yang erat hubungannya dengan perilaku parasitoid sendiri. Walaupun serangga inang sudah diterima, satu tahapan lagi yakni kesesuaian inang yang ada hubungannya dengan seleksi fisiologi. Dalam hal ini apakah telur parasitoid yang sudah diletakkan di dalam tubuh inangnya akan berkembang atau tidak.

3. **Pola Reproduksi Parasitoid Hymenoptera.** Pola reproduksi parasitoid Ordo Hymenoptera penting untuk diketahui dari segi ekologi, yang dibedakan berdasarkan kebiasaan jenis-jenis bersangkutan. Ciri reproduksi parasitoid ordo Hymenoptera adalah partenogenesis, yang terdiri dari tiga pola reproduksi yaitu : *thelyotoki* (parasitoid betina tidak berkopulasi menghasilkan keturunan betina saja), *deuterotoky* (parasitoid betina tidak berkopulasi mempunyai keturunan jantan dan betina, tetapi keturunan jantan secara biologis tidak berfungsi) dan *arrhenonoky* (parasitoid betina yang telurnya tidak dibuahi, keturunannya akan menjadi serangga jantan, sedangkan yang dibuahi akan menjadi serangga betina. Parasitoid betina yang tidak berkopulasi dapat mempunyai keturunan tetapi semuanya jantan).
4. **Tempat Peletakan Telur Parasitoid.** Parasitoid betina sesuai dengan kebiasaan masing-masing jenisnya meletakkan telur pada tempat yang berlainan yaitu : terpisah dari inangnya, pada inangnya atau di dalam inangnya. Parasitoid dari Ordo Diptera meletakkan telur atau larva pada tempat yang terpisah dari serangga inangnya, larva parasitoid ini yang mencari inangnya. Pada beberapa jenis parasitoid Ordo Diptera dan

Hymenoptera betina meletakkan telur pada serangga inangnya, yang selanjutnya larvanya memarasit di luar tubuh inangnya (ektoparasitoid) atau masuk ke dalam tubuh inangnya (endoparasitoid). Parasitoid betina ordo Hymenoptera sebagian besar meletakkan telur di dalam tubuh inangnya, dan larvanya hidup sebagai endoparasitoid.

Mekanisme pertahanan inang terhadap parasitoid

Sistem pertahanan tubuh serangga dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian yaitu proses pertahanan inang yang dilakukan oleh *hemosit* (pertahanan seluler) dan pertahanan *humoral*. Sistem pertahanan selular yaitu *fagosit* dan enkapsulasi, yang merupakan reaksi pertahanan selular yang dilakukan hemosit terhadap bakteri dan benda-benda mikroskopis lainnya yang berukuran lebih kecil dari 10 μm .

Proses enkapsulasi melibatkan sel-sel darah inang terutama granulosit dan plasmatisit, membentuk lapisan-lapisan yang membungkus atau mengelilingi organisme asing, misalnya telur parasitoid. Enkapsulasi biasanya terjadi 24 jam setelah telur parasitoid diletakkan. Proses enkapsulasi tidak selalu sama untuk setiap larva bahkan cenderung bervariasi. Enkapsulasi bisa kapan saja terjadi, sering kali meskipun telur parasitoid berhasil menetas dan tumbuh untuk beberapa saat bukan berarti akan selamat, karena enkapsulasi dapat terjadi saat telur parasitoid menetas. Pada enkapsulasi larva, tubuh larva yang di enkapsulasi bisa dimulai dari bagian tubuh manapun baik dari arah kapsul kepala maupun arah ekor. Larva parasitoid yang di enkapsulasi sering kali berubah warna

menjadi coklat kehitaman. Semakin lama gumpalan darah serangga semakin banyak yang akhirnya menyelubungi seluruh tubuh pradewasa parasitoid.

Enkapsulasi dapat menyebabkan parasitoid mati karena kekurangan oksigen, kelaparan atau pengamatan perkembangan secara fisik. Hal ini terjadi pada enkapsulasi penuh, sedangkan enkapsulasi parsial atau sebagian, parasitoid seringkali dapat bertahan hidup dan berkembang secara normal. Efek lain dari enkapsulasi parsial ialah adanya distorsi telur, terhambat perkembangan embrio, tertekan dan diperpanjangnya masa pertumbuhan serta menurunnya tingkat keperidian parasitoid. Ada lima jenis hemosit yang umum dijumpai pada beberapa ordo Lepidoptera: plasmatosit, granulosit, spherulosit, enositoid dan prohemosit.

Parasitoid telur mempunyai peranan penting dalam mengendalikan populasi serangga hama di lapangan. *Trichogrammatoidea spp.* dan *Trichogramma sp.* merupakan parasitoid telur yang cukup potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati. *Trichogramma sp.* bersifat polifag dan dilaporkan menyerang lebih dari 150 jenis serangga dari berbagai ordo seperti Lepidoptera, Megaloptera, Coleoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Diptera, dan Hemiptera.

Spesies-spesies parasitoid yang sering berapa pada pertanaman padi antara lain :

***Xanthopimpla flavolineata* Cameron**

Hymenoptera : Ichneumonidae

Parasitoid dewasa berwarna orange kuning dengan gambaran hitam pada setiap abdomen. Pada abdomen tidak terdapat bercak hitam. Bentuk tubuhnya kasar dengan ovipositor berwarna hitam. Tabuhan ini bukan serangga terbang yang kuat sehingga sering beristirahat di daun padi.



Foto : Alberto Barrion

Tabuhan dapat memparasit larva dan pupa penggerek batang padi lahan kering dan padi sawah.

Satu tabuhan keluar dari kepompong penggerek batang di dalam batang. Setelah keluar dari ke pompong, tabuhan dapat hidup 5-6 hari.

***Charop* sp.**

Hymenoptera : Ichneumonidae

Parasitoid dewasa berwarna hitam dengan gambaran oranye kuning pada pangkal antena, kaki dan abdomen. Ujung abdomen sangat besar. Tabuhan memparasit berbagai larva Lepidoptera. Di pertanaman padi tabuhan mencari larva penggulung daun pada daun padi, ulat jengkal hijau dan penggerek batang padi kuning. Pada waktu memparasit penggerek batang padi yang ada di dalam batang

padi, pertama tabuhan akan menentukan tempat larva, kemudian menusuk batang dengan ovipositornya dan meletakkan satu telur di dekat larva penggerek batang (inang).

Larva parasitoid yang menetas dari telur tidak berkaki, kemudian bergerak-gerak menuju larva penggerek batang padi.



Foto : Georg Goergen

Larva parasitoid akan menggigit tubuh inang sehingga cairan tubuh inangnya keluar, kemudian larva parasitoid akan makan cairan tubuh inang tersebut. Larva inang akan segera mati.

Apabila akan menjadi pupa, larva tabuhan akan keluar dari batang padi dan menggantungkan diri pada daun dengan menggunakan benang sutera coklat. Larva tabuhan memintal kokon yang berbentuk drum berwarna hitam putih yang tergantung pada tanaman oleh benang sutera. Kokon akan melindungi kepompong yang lemah dari serangan predator. Tabuhan dewasa dapat hidup selama 3-5 hari.

Amauromorpha accepta metathoracica Ashmead

Hymenoptera : Ichneumonidae



Foto : IRR1

Tabuhan berukuran besar sampai sedang dengan 2 pembuluh melintang di sayap depan dan satu sel median yang panjang sampai pangkal pembuluh tepi pada sayap belakang.

A.a. metathoracica berwarna merah hitam dengan pita putih pada ujung abdomen. Spesies tabuhan ini umum terdapat di tanah sawah, khususnya memarasit penggerek batang padi kuning dan putih. Parasitoid betina akan meletakkan satu telur pada setiap larva inangnya. Larva tabuhan akan muncul dari inang yang telah mati dan berkepompong di dalam batang padi.

***Itoplectis narangae* Ashmead**
Hymenoptera : Ichneumonidae

Tabuhan dewasa dicirikan dengan warna kepala dan thoraks hitam, kakinya oranye, dan ujung abdomen berwarna hitam. Tabuhan berukuran sedang dan umum dijumpai pada habitat padi sawah. Tabuhan biasanya mencari mangsa di bagian atas tajuk daun, dan akan menemukan letak larva penggulung daun, ulat bulu, dan larva penggerek batang padi bergaris dan penggerek batang merah jambu yang bersembunyi di belakang upih daun atau di lorong dalam batang padi. Tabuhan termasuk parasitoid soliter. Dari tiap telur inang akan muncul satu tabuhan betina, walaupun inang telah terparasit oleh beberapa tabuhan. Satu tabuhan dapat meletakkan 200-400 butir selama 2-3 minggu.



Foto : IRRI

***Trichomma cnaphalocrosis* Uchida**

Hymenoptera : Ichneumonidae

Parasitoid dewasa berwarna hitam dan kuning dengan abdomen berwarna coklat-oranye. Tabuhan biasanya berukuran besar dan ramping. Tabuhan betina mempunyai ukuran ovipositor setengah dari panjang abdomennya. Pada waktu istirahat ukuran sayap terlihat hanya setengah panjang abdomen.



Foto : Tainan & IRR1

Tabuhan biasanya aktif terbang di atas tajuk daun atau mencari daun-daun yang ada larva hama putih palsu. Tabuhan memarasit larva inang yang tua (instar akhir). Parasitoid akan meletakkan satu telur pada larva penggulung daun yang dijumpainya.

Di dalam tubuh inang akan berkembang dan berkepompong satu larva tabuhan, kemudian tabuhan akan muncul dari ujung kepala larva penggulung daun tersebut. Larva *Trichomma* kadang-kadang terparasit oleh tabuhan chalcid *Brachymeria* yang berwarna hitam kekuningan dengan kaki belakang yang membesar.

***Temelucha philippinensis* Ashmead**

Hymenoptera : Ichneumonidae



Foto : IRR1

Tabuhan dewasa berwarna coklat oranye dan mirip *Macrocentrus*, tetapi abdomennya pipih dan antena pendek. Tab Foto: IIRI an sedang (8,5 mm) dan dapat terbang dengan cepat.

Parasitoid ini berburu inang yaitu larva penggerek batang atau larva penggulung daun pada siang hari. Larva penggerek batang akan berpindah dari satu batang ke batang yang lain dengan membuat lubang. Tabuhan akan memarasit larva penggerek batang padi sebelum larva tersebut masuk kembali ke dalam batang padi. Sebelum inang menjadi dewasa, parasitoid larva akan menyingkirkan inangnya dan memintal kokon yang berwarna coklat muda di lorong yang dibuat oleh penggerek batang atau di dalam daun yang terlipat oleh penggulung daun. Tabuhan dewasa hidup selama 7-9 hari.

***Macrocentrus philippinensis* Ashmead**
Hymenoptera : Braconidae



Tabuhan tubuhnya berukuran sedang dengan abdomen yang panjang berwarna oranye atau kuning gelap.

Foto : IIRI

Tabuhan betina dicirikan mempunyai ovipositor yang panjangnya dua kali panjang abdomen dan hampir sama dengan panjang antenanya. Tabuhan yang jantan mempunyai ukuran dan warna yang sama dengan betina tetapi tidak memiliki ovipositor. Tabuhan banyak ditemukan pada pertanaman padi dan biasanya terbang di atas tajuk

daun padi untuk mencari larva penggulung daun. Tabuhan betina meletakkan satu telur ke dalam tubuh larva penggulung daun, kemudian akan menetas menjadi satu larva parasitoid. Larva parasitoid kemudian akan keluar dari tubuh larva penggulung daun dan memintal kokon berwarna coklat di dekat larva inangnya atau di dalam gulungan daun padi.

***Stenobracon nicevillei* Bingham**
Hymenoptera : Braconidae

Tabuhan dewasa berukuran agak besar, tubuhnya berwarna coklat kekuningan dengan tiga bercak hitam pada tiap sayap depan dan dua pita hitam pada bagian dorsal ruas-ruas ujung abdomen. Panjang ovipositor dua kali panjang badan.



Foto : Abriani

Tabuhan sering ditemukan pada tanah kering. Umumnya mencari larva parasitoid larva penggerek batang padi putih, penggerek batang padi kuning, dan penggerek batang padi merah jambu di sekitar pertanaman padi.

Tabuhan betina meletakkan telur satu telur ke dalam larva penggerek batang padi yang berada di dalam batang padi dengan menggunakan ovipositornya yang panjang. Dari larva inangnya akan keluar satu tabuhan.

***Cardiochiles philippinensis* Ashmead**

Hymenoptera : Braconidae



Foto : Abriani

Tubuh tabuhan berwarna hitam dan kuat dengan ukuran sedang. Tabuhan dicirikan pada ujung sayapnya berwarna gelap.

Tabuhan banyak di temukan pada tanah kering dan lahan sawah padi yang basah, dan biasanya terbang di atas tajuk daun padi untuk mencari larva penggulung daun. Parasitoid betina meletakkan telur pada larva penggulung daun. Tabuhan masuk ke dalam gulungan daun dan meletakkan telur di luar tubuh inangnya. Larva parasitoid yang keluar berwarna putih krem akan memakan larva inang dari arah luar, sehingga larva inang mati.

***Cotesia* (= *Apanteles*) *flavipes* Cameron**

Hymenoptera : Braconidae

Tabuhan berukuran 2,3 mm, dewasa berwarna hitam, mempunyai pangkal kaki belakang yang berwarna kuning coklat hingga merah (Gbr. a) Umum ditemukan di sekitar tanaman padi untuk mencari larva penggerek batang dan ulat jengkal hijau. Tabuhan betina meletakkan 1-20 telur di setiap larva inang. Larva parasitoid akan berkembang dalam tubuh dan memakan tubuh inang dari dalam. Kemudian larva *C. flavipes* akan keluar dari sisi tengah tubuh inang yang mati dan membuat kokon yang saling tumpang tindih di dekat atau di bawah inangnya (Gbr. b). Semua larva *Cotesia* membentuk

kokon putih berbentuk silinder atau eliptik sebagai pelindung sebelum larva seluruhnya keluar (gregarius). Tabuhan dapat hidup 5-7 hari.



Foto : www.universityofkentucky & Shepard *et. al.* 1989

***Cotesia* (= *Apanteles*) *angustibasis* Gahan**
Hymenoptera : Braconidae



Tabuhan dewasa berwarna hitam, berukuran kecil tetapi kekar dengan sayap yang jelas, antena hampir sama panjang dengan tubuhnya.

Foto : CABI 2007

Tabuhan spesies ini berukuran 2 mm, yang dicirikan dengan adanya ruas pertama abdomen yang berbentuk seperti pinggang, yang panjangnya tiga kali dibandingkan dengan lebarnya. Tabuhan dapat ditemukan di pertanaman padi, terlihat di tajuk daun mencari inangnya diantaranya larva penggulung daun. Tabuhan betina meletakkan lebih dari 10 telur di dalam tiap larva penggulung daun (gregarius). Larva tabuhan menetas dan makan jaringan internal larva penggulung daun, yang akhirnya dapat mematikan larva inangnya. Bila akan menjadi kepompong, larva parasitoid akan meninggalkan larva penggulung daun yang sudah mati dan membentuk kokon silinder atau eliptik berwarna putih di dekat/di bawah inangnya.

Kelompok kokon putih terdapat di bagian atas daun atau di luar gulungan daun. Kepompong di daun hanya bertumpu pada kulit sutera pelindung yang menutupi dan digunakan sebagai pertahanan terhadap kekeringan, predator dan parasitoid lain yang akan menggangukannya.

***Apanteles baolis* Wilkinson**
Hymenoptera : Braconidae

Tabuhan berwarna coklat, ukurannya lebih kurang 2 mm. Tabuhan ini merupakan parasitoid *Pelopidas mathias*, *Parnara guttata* dan *Parnara badra*.



Foto : www.universityofkentucky.edu

***Opius* sp.**
Hymenoptera : Braconidae



Foto : Konishi

Tabuhan memparasit larva lalat padi (*Whorl maggot*). Satu larva parasitoid dapat berkembang di setiap larva inang. Tabuhan akan keluar dalam waktu 7-9 hari dari kepompong lalat padi dan dapat hidup selama 3 - 4 hari. Larva tabuhan dapat diparasitisasi oleh

Tabuhan ini merupakan parasitoid larva-pupa Diptera, terutama lalat buah, lalat bibit, dan pengorok daun. Tabuhan berukuran kecil, tubuhnya berwarna oranye coklat dengan antena panjang.

tabuhan kecil *Tetrastichus*, yang berwarna hitam yang juga terlihat keluar dari kepompong lalat padi.

Phanerotoma sp

Hymenoptera : Braconidae



Foto : www.cedarcreek.umn.edu

Tubuh tabuhan parasitoid berukuran kecil, berwarna coklat muda yang mempunyai tiga ruas abdomen yang lebar tetapi pendek.

Tabuhan memparasit penggerek batang dengan meletakkan satu telur di dalam tiap larva inang. Larva parasitoid berkembang di dalam tubuh penggerek batang sampai penggerek batang berkepompong. Tabuhan dewasa keluar dalam 2-6 hari dari kepompong penggerek batang. Parasitoid dewasa tabuhan hidup 3-5 hari.

Snellenius (= *Microplitis*) *manilae* Ashmead

Hymenoptera : Braconidae

Tabuhan *Snellenius* hampir sama dengan *Cotesia*, dicirikan pada sayap depan mempunyai sel tertutup kecil dan mempunyai mata yang berambut. Tabuhan mudah ditemukan pada habitat tanah kering dan memparasit secara khas larva ulat grayak.

Tabuhan betina dapat meletakkan telur 3-5 telur ke dalam tubuh larva ulat grayak dan membentuk kokon berwarna kecoklatan di dekat inangnya. Tabuhan parasitoid keluar dari tubuh inangnya



Foto : www.cedarcreek.umn.edu

4 - 8 hari berikutnya dan dapat hidup selama 6-8 hari. Larva inang yang paling sesuai adalah larva instar dua, dan tiga. Dari satu inang dapat berkembang satu atau lebih larva parasitoid. Larva tabuhan dapat juga diparasit oleh parasitoid lain yaitu *Brachymeria*, tabuhan berwarna hitam dan kuning dengan kaki belakang yang membesar.

***Bracon chinensis* Szepligeti**
Hymenoptera : Braconidae



Tabuhan berukuran kurang lebih 4 mm. Kepala, thorak dan kaki depan berwarna kuning kemerahan, antena dan abdomen berwarna hitam, dengan pita putih pada bagian atasnya.

Foto : www.hymenoptera.tamu.edu

Pada umumnya merupakan parasitoid dari *Chilo suppressalis*, *Tryporyza incertulas* dan *Sesamia inferens*.

***Tropobracon schoenabii* Viereck**
Hymenoptera : Braconidae



Foto : JICA

Tabuhan berukuran 5-6 mm, berwarna coklat kemerahan. Umumnya memarasit *Chilo suppressalis*, *Tryporyza incertulas* dan *Sesamia inferens*.

***Panstenon nr. Collaris* Boucek**
Hymenoptera : Pteromalidae

Tabuhan berukuran kecil, berwarna hijau kebiruan metalik dengan 5 ruas tarsi dan vena sayap yang tereduksi. Antena terdiri dari 13 ruas. Umum ditemukan pada habitat padi sawah.



Foto : IRRRI

Tabuhan betina meletakkan 1 atau 2 telur di dalam tanaman padi. Larva parasitoid yang keluar berbentuk huruf C, kemudian mencari kelompok telur wereng batang dan wereng daun. Seekor larva parasitoid dapat memangsa 4-8 telur setiap hari dan kemudian menjadi pupa yang berwarna kekuningan di antara atau di dalam tanaman padi. Tabuhan dewasa keluar dari pupa setelah 4-6 hari.

***Obtusiclava oryzae* Subba Rao**
Hymenoptera : Braconidae



Foto : JICA

Tabuhan berukuran 3 mm, dicirikan kepala dan thorak berwarna hitam kehijauan metalik, abdomen hitam kekuningan, antena kuning hitam kecoklatan, kaki kekuningan.

Antena panjang hampir sama panjang dengan tubuhnya. Parasitoid *Orseolia oryzae* (kadang-kadang sebagai parasitoid sekunder).

***Trichomalopsis apantelectena* Crawford**
***Trichomalopsis oryzae* Kamijo at Grissell**
Hymenoptera : Braconidae



T. apantelectena
Foto : IRRI

Tabuhan berukuran kecil, berwarna hijau metalik dengan antena pendek, mata berwarna merah, kaki berwarna kuning. Tabuhan mempunyai 5 ruas tarsi, venasi sayap mereduksi, dan badan berlekuk-lekuk.

Umum ditemukan di lahan kering, biasanya terbang di atas tajuk pertanaman padi untuk mencari inangnya yaitu telur penggerek batang padi kuning, penggerek batang padi



T. oryzae
Foto : Konishi

bergaris, penggerek batang padi kepala gelap, kepompong herperid, dan ulat bulu warna hijau. Dari tiap telur inangnya akan keluar satu tabuhan (soliter), tetapi dari kepompong yang terparasit akan keluar 20-50 ekor tabuhan (gregarius).

***Telenomus rowani* Gahan**
Hymenoptera : Scelionidae

Tabuhan berwarna hitam, berukuran kecil $\pm 0,8$ mm. Pada umumnya ditemukan di lahan padi sawah maupun padi lahan kering, tabuhan akan mencari telur penggerek batang padi kuning dan penggerek

batang padi putih. Satu kelompok telur penggerek batang padi dapat diparasit oleh beberapa ekor tabuhan parasitoid, tetapi hanya satu ekor tabuhan parasitoid yang berkembang dalam tiap telur.

Perkembangan dari telur hingga menjadi dewasa membutuhkan waktu 10-14 hari. Tabuhan parasitoid keluar dari inangnya dengan membuat lubang yang khusus pada tumpukan rambut telur penggerek batang padi. Kemudian tabuhan betina akan mencari dan menempel dirinya pada ujung



Foto : IRRI

abdomen ngengat betina penggerek batang padi. Tabuhan parasitoid akan terbawa oleh ngengat penggerek batang padi yang sedang mencari tempat (inang) untuk meletakkan telurnya. Kemudian tabuhan meletakkan telurnya di dalam telur penggerek batang yang baru diletakkan sebelum telur penggerek batang padi tersebut ditutupi dengan rambut. Satu tabuhan betina dapat memarasit 20-40 telur, tetapi tidak pada telur yang sama. Tabuhan dewasa dapat hidup selama 2-4 hari atau lebih tergantung pada ketersediaan nektar atau larutan gula.

***Telenomus cyrus* Nixon**

Hymenoptera : Braconidae



Foto : IRRI

Tabuhan berwarna hitam, matanya mempunyai rambut pendek, dan berukuran kecil. Tabuhan sangat agresif dan dapat memarasit telur kepinding hitam

walaupun kelompok telur dijaga oleh induknya. Telur yang telah diparasit oleh tabuhan ini menjadi berbau, yang dapat dikenali oleh parasitoid lain, sehingga mencegah tabuhan lain untuk memarasit telur yang sama. Parasitoid dewasa dapat hidup beberapa hari sampai satu minggu atau lebih lama.

***Psix lacunatus* Johnson dan Masner**

Hymenoptera : Braconidae



Foto : IRRI

Tabuhan berwarna hitam, mata tidak berambut, tubuh mempunyai banyak lekukan dan berukuran kecil. Tabuhan merupakan parasitoid telur ngengat dan kepinding hitam. Telur yang terparasit akan berubah warna menjadi berwarna

keabu-abuan dengan lubang keluar yang tidak teratur, sedangkan telur yang tidak terparasit berwarna putih dengan tudung telur.

***Gyron nixon* Mas**

Hymenoptera : Braconidae

Parasitoid penting pada *Leptocorisa acuta* (walang sangit)



Foto : www.cedarcreek.umn.edu

Gonatocerus spp

Hymenoptera : Mymaridae



Foto : www.biocontrol.ucr.edu menentukan letak telur inangnya.

Apabila letak telur inang diketahui, kemudian tabuhan akan mengangkat badannya sambil ovipositornya meletakkan satu telur di setiap telur inangnya. Telur yang tidak terparasit berwarna putih, sedangkan telur-telur yang terparasit akan berubah warna menjadi kuning kecoklatan sampai kuning kemerahan. Perkembangan dari telur menjadi dewasa membutuhkan waktu 11-17 hari. Tabuhan dapat hidup 6-7 hari dan memparasit rata-rata 8 telur setiap hari. Tabuhan betina dapat berkembang biak dengan tanpa kawin (partenogenesis). Ada sekitar lebih dari lima spesies *Gonatocerus* dapat memarasit telur wereng daun (*Nephotettix* spp) dan wereng batang (*Nilaparvata lugens*).

***Anagrus optabilis* Perskins**

***Anagrus flaveolus* Waterhous**

Hymenoptera : Mymaridae

Tabuhan dewasa berwarna kekuningan, mempunyai jajaran rambut pada sayap depan dan ruas antena ketiga yang panjang, tubuh berukuran 0,5-1 mm. Pada umumnya ditemukan di pertanaman padi dan merupakan parasitoid telur wereng daun dan wereng batang yang soliter. Tabuhan betina dapat berkembang biak tanpa kawin dan menentukan letak telur inangnya dengan menggunakan antenanya mengetuk-ketuk batang padi. Apabila letak telur inang telah diketahui, tabuhan betina dengan menggunakan antenanya akan meraba dengan cepat dan menegangkan kakinya agar dapat menyelipkan ovipositornya kepada kelompok telur inang. Telur-telur yang awalnya berwarna putih bila terparasit akan berubah warna menjadi merah oranye. Perkembangan telur menjadi dewasa selama 11-13 hari. Tabuhan dapat hidup selama 2-6 hari dan mampu memparasit 15-30 telur inang sehari. *Anagrus flaveolus*, tabuhan dewasa bentuk tubuhnya ramping dan panjang berwarna merah oranye sampai merah. Tabuhan jantan mempunyai 13 ruas antena, sedangkan yang betina mempunyai 9 ruas. *Anagrus* mempunyai 4 ruas tarsi.



A. optabilis

Foto : Michael F. Claridge



A. flaveolus

Foto : Conabio

***Mymar taprobanicum* Ward**
Hymenoptera : Mymaridae

Foto : K. Bolte



Tabuhan dewasa berwarna kuning kecoklatan, dengan ukuran tubuh 0,7 – 0,9 mm. Parasitoid telur *Nilaparvata lugens* dan *Sogatella furcifera*.

***Oligosita naias* Girault**
***Oligosita aesopi* Girault**
***Oligosita yasumatsui* Ashmead**
Hymenoptera : Trichogrammatidae

Tabuhan dewasa berwarna kuning kehijau-hijauan dengan sayap transparan. *O. naias* mempunyai rambut yang panjang pada tepi sayap dan sebuah sel bersisi empat pada sayap. *O. aesopi* mempunyai rambut

pada tepi sayap yang lebih pendek dari pada lebar sayap dan sebuah sel bersisi segitiga pada sayap. Tabuhan dewasa *O. yasumatsui* berwarna kuning kehitaman sampai coklat terang, dengan ukuran tubuh 0,5-1 mm.

Tabuhan biasanya memarasit telur ngengat, kupu-kupu, wereng daun dan wereng batang. Telur-telur yang terparasit berwarna kuning jeruk. Cara tabuhan betina mencari dan memarasit telur inang sama sama dengan *Gonatocerus*. Perkembangan telur menjadi tabuhan dewasa perlu waktu 11-12 hari. Tabuhan betina hidup 2-5 hari dan memarasit 2-8 telur inang dalam sehari.



Foto : Montolio

***Paracentrobia garuda* Subba Rao**
Hymenoptera : Trichogrammatidae



Foto : IICA

Tabuhan dewasa berwarna kuning dengan mata berwarna merah dan ukuran tubuh 1,5 mm. Parasit telur *Nilaparvata lugens* dan *Sogatella furcifera*.

***Trichogrammatidae japonicum* Ashmead**
Hymenoptera : Trichogrammatidae

Tabuhan dewasa berwarna kuning kecoklatan dengan sklerit berwarna hitam, ukuran tubuh 0,4 mm. Tabuhan ini merupakan parasit telur penggerek batang dan Lepidoptera lainnya.

Parasitoid *Trichogramma* spp. mengalami metamorfosis sempurna. Telur diletakkan kira-kira 24-48 jam setelah imago parasitoid muncul. Satu hari setelah telur diletakkan akan menetas menjadi larva. Larva berkembang melalui beberapa instar dengan adanya perubahan bentuk, ukuran dan penggantian kulit. Larva Parasitoid *Trichogramma* spp. terdiri dari tiga instar. Setelah larva instar terakhir mencapai perkembangan maksimum, maka akan berubah menjadi prapupa. Stadium prapupa Hymenoptera mempunyai dua fase yang berbeda yaitu *eonimfa* dan *pronimfa*. Fase *eonimfa* hampir sama dengan larva instar terakhir tetapi lebih pendek dan gemuk dengan warna putih buram. Fase *pranimfa* ditandai dengan bentuk yang lebih memanjang, mata sudah tampak namun belum jelas dan bagian thoraks yang lebih ramping dibandingkan bagian abdomen.

Penggentingan terjadi di antara ruas keempat dan kelima. Stadium pupa struktur serangga dewasa sudah lengkap dan tampak jelas. Pupa berwarna kuning muda yang secara beransur-ansur berubah menjadi coklat kehitaman. Parasitoid dewasa keluar dengan cara membuat lubang pada *korion* telur inang. Pada umumnya parasitoid jantan keluar lebih dahulu dari pada betina. Ukuran tubuh parasitoid betina relatif lebih besar dibandingkan dengan yang jantan. Jika parasitoid betina dan jantan sudah muncul bersama-sama, akan terjadi *kopulasi* (perkawinan). Umumnya parasitoid betina kopulasi hanya satu kali, tetapi yang jantan bisa berkali-kali. Tubuh parasitoid dewasa berwarna coklat kehitaman kecuali pada bagian antena dan koksa dari tungkai yang berwarna coklat muda. Sayap bening transparan yang dikelilingi oleh bulu-bulu halus. Sayap depan lebih besar dari sayap belakang. Antena parasitoid dewasa yang jantan ditumbuhi bulu-bulu yang agak panjang, sedangkan yang betina bulu-bulu tersebut pendek dan sedikit.

Cahaya, suhu dan kelembaban mempengaruhi fotoperiodititas *Trichogramma* spp, dan intensitas cahaya mempengaruhi aktivitas *Trichogramma* spp.



Foto : Massimo Mazzotti & Toastmasterskiev

***Copidosomopsis nacleiae* Eady**

Hymenoptera : Encyrtidae



Foto : IRRI

Tabuhan berukuran kecil dengan sepasang kaki tengah membesar yang digunakan untuk meloncat.

Tabuhan dewasa berwarna kelabu sampai hitam sehingga sangat sulit dilihat dengan mata telanjang. Bila dilihat di bawah mikroskop, seluruh sayap tertutup oleh bulu pendek. Tabuhan sering terdapat pada tanah sawah maupun kering untuk mencari telur penggulung daun. Tabuhan biasanya meletakkan telur dalam telur penggulung daun dan larva parasitoid akan berkembang di dalam larva penggulung daun setelah telur inang menetas. Telur tabuhan membagi dirinya berkali-kali dan 200-300 tabuhan dapat dihasilkan dari beberapa telur. Ratusan kepompong tabuhan dapat dilihat melalui kulit larva penggulung daun menunjukkan satu tabuhan yang keluar dari larva yang terparasit. Parasitoid dewasa hidup hanya selama 2-3 hari.

***Ooencyrtus malayensis* Ferr**

Hymenoptera : Encyrtidae

Parasitoid telur pada berbagai kepik, contohnya *Leptocorisa* (walang sangit).



Foto : IRRI & www.daapv.unipd.it

***Brachymeria* sp.**

***Brachymeria lasus* Walker,**

***Brachymeria excarinata* Gahan**

Hymenoptera : Chalcididae

Tubuh tabuhan ketiga spesies *Brachymeria* dewasa berwarna hitam, dapat dibedakan dengan spesies lain dengan adanya gambaran kuning pada kaki. *B. lasus* (=obscurata) mempunyai bentuk muka segitiga dan gambaran kuning pada ujung femur dan setengah bagian ventral tibia. *B. excarinata* tidak mempunyai muka berbentuk segitiga tetapi mempunyai gambaran kuning pada kedua ujung tibia belakang yang hitam. dengan ukuran tubuh 5.0 – 7.0 mm. Parasitoid pupa dari defoliator *Brachymeria* sp. yang tidak mempunyai gambaran kuning. Ketiga parasit tersebut memparasitasi larva tua penggulung daun, ulat hesperid, dan satyrid. Satu telur parasit diletakkan di dalam badan tiap larva atau kepompong inang, dan kepompongnya terjadi di dalam inang. Tabuhan dewasa muncul dari bagian kepala kepompong dan hidup selama 3-5 hari.



B. lasus



B. excarinata

Foto : www.city.nagoya.jp & www.thailand.ipm-info.org.

***Goniozus* nr. *triangulifer* Kieffer**
Hymenoptera : Bethyridae

Tabuhan ini berukuran kecil yang mirip dengan semut, badannya pipih dan vena sayapnya sedikit. *Goniozus* sp. mempunyai badan hitam dan sayap yang transparan. Tabuhan merayap pada daun di habitat tanah sawah maupun tanah kering. Tabuhan masuk ke dalam gulungan daun dan melumpuhkan larva inang sebelum mereka meletakkan 3-4 butir telur di luar inangnya.

Stadia awal larva parasitoid berbentuk agak bulat dan kuning dan memarasit larva penggulung daun secara eksternal. Larva parasitoid berubah bentuk menjadi bulat telur dan membunuh inangnya pada hari keempat. Pembentukan pupa terjadi pada hari kelima dan terjadi di samping tubuh penggulung daun. Kemudian membentuk kokon berwarna coklat kemerahan. Perkembangan parasitoid dari telur sampai tingkat dewasa memerlukan waktu 10-14 hari. Tabuhan betina hidup selama 2-3 minggu.



Foto : IRRI & www.biological.ucr.edu

***Elasmus* sp.**

***Elasmus claripennis* Ashmead**

Hymenoptera : Chalcididae



Elasmus Sp.

Foto: www.cedarcreek.umn.edu

Tabuhan ini berukuran kecil, tubuhnya memanjang dengan abdomen meruncing. Ruas tubuh tempat melekatnya tungkai membesar dan berbentuk seperti cakram. Tubuh serangga dewasa berwarna hitam dengan abdomen hitam dan merah.

semua
pertanaman padi dan memarasit larva penggulung daun. Satu atau dua telur diletakkan parasitoid di tiap tubuh larva muda atau tua.



E. claripennis

Foto: JICA

Larva parasitoid sangat agresif dan akan mematikan larva parasitoid lain yang mungkin berkembang di dalam larva penggulung daun. Tabuhan dewasa dapat keluar dari larva atau dari kepompong inangnya dan mampu hidup selama 2-4 hari.

***Neanastatus oryzae* Ferriere**

Hymenoptera : Eupelmidae



Ukuran tubuhnya 4.5 mm. Parsitoid larva *Orseolia oryzae*.

Foto: JICA

Tetrastichus schoenobii
Hymenoptera : Eupelmidae



Foto: www.fao.org

Tubuh dewasa berwarna hijau mengkilap dan ukuran tubuh 1.4 mm. Parasitoid kelompok telur *Tryporyza* sp.

***Tetrastichus ayyari* Rohwer**
Hymenoptera : Eupelmidae



Foto: www.jnkvv.nic.in

Tubuh serangga dewasa berwarna coklat kehitaman dan ukuran tubuh 1.7 mm. Parasitoid pupa dari *Sesamia inferens*.

***Tetrastichus formosanus* Timberlake**
Hymenoptera : Eupelmidae



Foto: JICA

Tabuhan dewasa berwarna kekuningan dengan ukuran tubuh 1.5 mm. Parasitoid parasitoid telur *Nilaparvata lugens*.

***Platygaster oryzae* Cameron**

***Platygaster foersteri* Gahan**

Hymenoptera : Platygaster

Tabuhan *Platygaster oryzae* dewasa berwarna hitam dengan ukuran tubuh 0.9 – 1.0 mm

Parasitoid telur dari *Orseolia oryzae*.

Platygaster foersteri tabuhan dewasa berwarna hitam dan ukuran tubuh 1.0 mm.

Parasitoid telur dari *Orseolia oryzae*.



Foto: www.ponent.atspace.org

***Haplogonatopus apicalis* Perkins,**

***Pseudogonatopus nudus* Perkins,**

***Pseudogonatopus flavifemur* Esaki dan Hashimoto**

Hymenoptera : Dryinidae

Tabuhan dewasa bentuknya seperti semut. Parasitoid betina biasanya tidak bersayap dan mempunyai sepasang kuku depan yang menyerupai penjepit untuk menangkap mangsa, sedangkan tabuhan jantan bersayap.

Haplogonatopus dan *Pseudogonatopus* umumnya dijumpai di lahan padi sawah. *Haplogonatopus* parasitoid wereng daun dan *Pseudogonatopus* parasitoid wereng batang. *P. nudus* tubuhnya berwarna coklat dan *P. flavifemur* berwarna hitam.

Parasitoid betina dapat hidup selama 6-7 hari dan sebagai predator dapat menyerang 2-4 mangsa setiap hari. Pada waktu bersamaan dapat memarasit 4-6 inang sekaligus. Parasitoid ini meletakkan satu sampai dua telur secara tunggal di dalam inang wereng. Dalam waktu 1-2 hari telur parasitoid menetas dan larvanya mengisap cairan tubuh

inang. Selama masa pertumbuhan larva parasitoid, setiap larva tertutup oleh kantung yang berwarna hitam sampai keabu-abuan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya tonjolan pada abdomen inangnya. Dalam waktu 7-10 hari, kantung tersebut pecah dan larva parasitoid yang keputih-putihan keluar bebas merayap-rayap. Larva kemudian menjadi kepompong dan menghasilkan eksresi sutera kokon oval keputih-putihan yang menutupi kepompong pada permukaan tanaman. Bila tabuhan sudah siap keluar, kokon yang pipih kemudian berubah warna menjadi coklat kemerahan.



Pseudogonatopus sp.

Haplogonatopus sp.

Foto: JICA

***Tomosvaryella subvirescens* Loew,
Tomosvaryella oryzaetora Koizumi
Diptera : Pipunculidae**

Lalat kecil berwarna hitam, dicirikan dengan kepala bulat yang besar dan mata facet berwarna merah, ukuran tubuh 3 mm. *T. oryzaetora* mempunyai bahu berwarna hitam, sayap depan mempunyai corak berwarna kecoklatan dan pangkal femur belakang tidak mempunyai rambut. *T. subvirescens* mempunyai bahu kuning dengan sayap transparan dan pada tiap tepi femur berambut.

Kepompong *T. oryzaetora* berwarna merah gelap. Lalat kepala besar biasanya hinggap pada bagian belakang tubuh wereng daun dan meletakkan telur ke dalam abdomen inangnya. Hanya satu ekor lalat berkembang (muncul) dari



Foto: www.tolweb.org

satu ekor wereng daun. Setelah berkembang di dalam inangnya, lalat tersebut berkepompong dalam tanah atau pada pangkal tanaman. Telur berkembang menjadi dewasa dalam waktu 30-40 hari. Lalat dapat hidup selama empat hari dan setiap hari dapat memarasit 2-3 wereng.

***Pipunculus mutillatus* Loew**

***Pipunculus javanenses* de Meijere**

Diptera : Pipunculidae

P. mutillatus mempunyai tibia dan tarsi berwarna coklat kekuningan. Nampak celah yang jelas memanjang pada genitalia jantan. *P. Javanenses* dicirikan mempunyai gambaran coklat yang gelap dengan genitalia jantan yang halus, dan parasitoid spesies ini dapat dibiakkan dari wereng daun *Deltocephalus*.



Foto: Martin Dempewolf

***Halictophagus spectrus* Yang**

Strepsiptera : Halictophagidae

***Elenchus yasumatsui* Kifune dan Hirashima**

Strepsiptera : Elenchidae

Serangga ordo strepsiptera merupakan serangga sangat kecil, parasitoid dicirikan mempunyai sayap yang terpuntir, secara taksonomis mempunyai hubungan dekat dengan kumbang (Coleoptera). Jenis betina yang tidak bersayap tetap tinggal di dalam inang dan hanya kepalanya yang menonjol dari ruas abdomen.

Parasitoid jantan dewasa mempunyai sayap depan berbentuk bonggol dan sayap belakang berbentuk kipas dan tipis seperti membran. Biasanya terbang menuju inang yang telah terparasit untuk kawin dengan betina yang telah menetap di situ. Betina yang telah dibuahi menghasilkan 500 – 2000 larva, yang merayap keluar dari inang yang mati untuk mencari inang yang baru. Untuk menemukan inangnya, larva menggunakan matanya yang berkembang baik, tungkai serta rambut-rambut sensor pada badannya. Mereka menggigit inangnya dengan mandibula dan mengadakan penetrasi masuk ke dalam tubuh inang untuk mendapatkan keberhasilan parasitasi.

Halictophagus merupakan parasit khas untuk wereng daun sedangkan *Elenchus* khas untuk wereng batang. *H. spectrus* jantan berwarna hitam, mempunyai 3 ruas tarsi dan 7 ruas antena yang lebar, sedangkan *E. yasumatsui* berwarna coklat muda, mempunyai 2 ruas tarsi, dan 4 ruas antena. *Tringuloid E yasumatsui* kecil dan berbentuk huruf C dengan kepala hitam dan badan coklat pucat. Serangga jantan

hidup hanya dalam waktu 1 – 2 hari, sedangkan yang betina hidup sampai 1 – 2 bulan.



Halictophagidae



Elenchidae

Foto: www.tolweb.org

***Argyrophilax nigrotibialis* Baranov**

Diptera : Tachinidae

Tabuhan berwarna hitam dengan abdomen dan kaki berwarna coklat kehitaman, ukuran tubuh 6 mm. Tabuhan ini merupakan parasitoid larva Lepidoptera. Lalat tachinid ini adalah lalat yang berduri hitam atau kelabu ukurannya sedikit lebih besar dibandingkan lalat rumah. *A. nigrotibialis* memarasit larva Herperiid di lingkungan tanah basah atau di tanah kering.

Lalat betina beterbangan di atas daun padi untuk mencari larva inang. Bila suatu inang diperoleh, lalat betina kemudian hinggap di punggung larva ini dan meletakkan



Foto: CABI 2007

2 – 4 telur ditubuhnya. Larva yang menetas menggaruk-garuk sehingga membuat luka pada inang dan masuk ke dalam tubuh inang

Larva lalat yang telah cukup makan menghasilkan sekresi untuk pembuatan kokon yang keras (puparium). Puparium warnanya berubah dari kuning muda menjadi merah tua. Puparia, berada di dekat larva inang yang mati, tertutup dengan tepung putih. Lalat dewasa muncul dalam waktu 4 hari dan hidup lebih dari 3 hari kemudian kawin dan mencari larva Hesperiid baru.

***Sepedon ferruginosa* Wiedeman**
Diptera : Sciomyzidae

Tubuh tabuhan dewasa berwarna merah kecoklatan, dengan ukuran tubuh 8 mm. Meupakan parasitoid telur inang alternatif dari spesies *Trichogramma*.



Foto: Tony DiTerlizzi

***Haliday luteipennis* Walker**
Diptera : Rhinophoridae

Kepala dan thorax berwarna hitam dengan mata berwarna merah dan ukuran tubuh 7.5 mm. Merupakan parasitoid larva Lepidoptera.



Foto: JICA

b. Prosedur Umum Pengembangan Parasitoid

1. Eksplorasi

Eksplorasi serangga parasitoid dilakukan dengan mengumpulkan inang yang terparasit, dapat berupa telur, nimfa, pupa atau imago serangga hama.

▪ Parasitoid telur

Parasitoid telur dapat diperoleh dengan mengumpulkan kelompok telur yang terparasit, misalnya pada kelompok telur Penggerak Batang Padi, kelompok telur yang terparasit berwarna kehitaman. Parasitoid juga dapat dipancing dengan menggunakan telur serangga inang lain (telur *Corcyra* sp) yang ditempel pada pias kemudian diletakkan di daerah serangan. Dalam jangka waktu 2 – 3 hari apabila terdapat telur yang menghitam adalah tanda telur perangkap tersebut telah terparasit.

▪ Parasitoid larva

- Serangga hama yang diparasit oleh endoparasit biasanya tetap hidup dan tidak dapat dibedakan dengan serangga yang sehat. Gejala parasitasi biasanya baru tampak ketika inangnya telah mati dan parasitoid telah menyelesaikan fase larvanya. Pada saat ini, serangga telah mati dan berubah bentuk maupun warnanya. Seringkali serangga inang berwarna lebih gelap, ketika perkembangan parasitoid mulai terlihat melalui integumen.

- Serangga hama yang diparasit oleh ektoparasitoid biasanya mudah dilihat karena larva parasitoid tampak menempel di luar tubuh inangnya. Kadang-kadang inang yang diparasit oleh ektoparasitoid juga telah lumpuh atau mati beberapa saat setelah diparasit.

2. Identifikasi

Parasitoid serangga hama pertanian umumnya dari ordo Hymenoptera (famili Trichogrammatidae, Braconidae, Mymaridae, Eulophidae, Chalcididae, Pteromalidae, Eupelmidae, Elasmidae, Ichneumonidae, Scelionidae, Platygasteridae, Encyrtidae), Diptera (famili Pipunculidae, Tachinidae, Rinophoridae, Sciomycidae) dan Strepsiptera (famili Elenchidae). Identifikasi parasitoid dilakukan dengan mengamati karakter morfologi tubuh serangga khususnya bagian bentuk dan ruas antena, thoraks, bentuk dan venasi sayap, tungkai dan trochanter

3. Uji Efektivitas dan Kestabilan

Pada buku ini hanya disajikan teknik untuk mengevaluasi efektivitas parasitoid telur serangga hama pertanian. Efektivitas suatu parasitoid terhadap serangga hama (inang) dapat dievaluasi berdasarkan tingkat parasitasi telur serangga hama dan kestabilan parasitoid telur pada generasi yang berbeda.

Adapun tahapan uji efektivitas dan kestabilan parasitoid adalah sebagai berikut :

- Lakukan pembiakan massal inang alternatif dari parasitoid telur yang akan diuji.
- Kumpulkan telur yang dihasilkan dan siapkan dalam bentuk pias-pias yang masing-masing terdiri atas 500 ekor telur inang alternatif.
- Lakukan sterilisasi terhadap telur yang digunakan dengan cara penyinaran ultra violet selama 45 menit atau menyimpan dalam suhu rendah ($0 - 2^{\circ}\text{C}$) selama kurang lebih 2 – 3 jam.
- Masukkan pias dalam tabung reaksi dan tutup dengan kain kasa.
- Inokulasikan serangga dewasa parasitoid ke dalam tabung dengan perbandingan 1:8 selama 24 – 48 jam.
- Amati tingkat parasitisme dengan menghitung jumlah telur yang berwarna hitam pada masing-masing ulangan pada 4 hari setelah inokulasi,
- Lakukan hal yang sama untuk generasi-generasi seterusnya.

4. Uji produksi massal

Produksi massal parasitoid umumnya dengan menggunakan inang alami atau alternatif, yang disesuaikan dengan jenis parasitoidnya (telur, larva, nimfa dan dewasa). Tahapan untuk produksi massal parasitoid adalah sebagai berikut :

- Rearing inang alami/alternatif dengan biaya yang paling murah dan cara yang paling mudah. Telur *Corcyra cephalonica* sp

dapat dipergunakan sebagai inang pengganti, untuk parasitoid telur.

- Inang alami/alternatif disimpan pada suatu tempat (pias, tabung reaksi, kurungan).
- Infestasikan parasitoid dewasa ke dalam tempat perbanyakan dan dibiarkan untuk berkembang. Untuk menghindari superparasitisme, maka parasitoid yang telah berkembang harus dipindahkan.

5. Uji Efektifitas Skala Lapangan

Uji skala lapangan perlu dilakukan terhadap semua jenis agens hayati parasitoid sebelum dimasyarakatkan secara luas. Efektifitas agens hayati di lapangan dipengaruhi oleh faktor biotik (makanan, persaingan predasi dan parasitasi, infeksi pathogen) dan faktor abiotik (suhu, angin dan kelembaban). Oleh sebab itu dalam melaksanakan uji efektivitas agens hayati skala lapangan harus dipertimbangkan kedua faktor tersebut. Tahapan pelaksanaan uji efektivitas parasitoid skala lapangan sebagai berikut :

- Memilih tempat pengujian di daerah serangan endemis OPT sasaran,
- Membuat rancangan petak uji yang memenuhi standar uji statistik, perlakuan standar yang harus ada dalam rancangan tersebut adalah petak perlakuan predator atau parasitoid dan kontrol (tanpa perlakuan atau dengan aplikasi pestisida/ agens hayati yang telah mantap),

- Pengamatan terhadap populasi awal serangga hama satu hari sebelum diaplikasi dengan parasitoid,
- Aplikasi agens hayati umumnya dilakukan sore hari untuk menghindari kerusakan akibat faktor lingkungan,
- Efektivitas parasitoid dapat diamati pada 1,3,7 dan 14 hari setelah diaplikasikan,
- Pengamatan dampak aplikasi agens hayati terhadap serangga bukan sasaran, juga diamati pada saat yang bersamaan,
- Hitung semua biaya yang dikeluarkan per unit perlakuan yang dilakukan dengan menghitung kebutuhan bahan, tenaga dan alat yang dibutuhkan untuk aplikasi predator/parasitoid.





IV. PEMANFAATAN DAN EVALUASI PREDATOR DAN PARASITOID PADA TANAMAN PADI

A. Pemanfaatan

Berbagai jenis predator dan parasitoid sudah ada di lapangan sebagai bagian dari ekosistem persawahan di Indonesia. Secara alamiah mereka mengendalikan populasi hama (sering disebut sebagai pengendalian hayati alamiah), sehingga predator dan parasitoid tersebut harus selalu dijaga keberadaannya di lapangan. Masalahnya, predator dan parasitoid yang ada di lapangan kadang-kadang tidak dapat mengendalikan populasi hama padi, misalnya karena jenisnya tidak banyak atau populasinya yang terlalu rendah akibat dari berbagai faktor. Oleh karena itu, kadang-kadang diperlukan campurtangan manusia dengan melakukan pengendalian hayati terapan untuk meningkatkan pemanfaatan predator dan parasitoid yang ada.

Peningkatan pemanfaatan predator dan parasitoid pada tanaman padi dapat dilakukan dengan teknik augmentasi dan konservasi. Kedua teknik tersebut tepat dilakukan untuk mengendalikan hama padi di Indonesia karena jenis predator dan parasitoid yang ada di lahan padi sawah sebenarnya cukup banyak tetapi kadang-kadang populasinya rendah akibat terjadinya gangguan pada ekosistem persawahan. Augmentasi dilakukan dengan melepaskan predator atau parasitoid ke

lapangan bila populasi predator dan parasitoid di lapangan rendah. Konservasi predator dan parasitoid di lapangan harus selalu dilakukan oleh petani agar predator dan parasitoid yang sudah ada di lapangan tidak mati dan dapat bekerja sebagaimana mestinya dan mengendalikan hama tanaman padi.

Augmentasi predator dan parasitoid dilakukan dengan mengambil predator atau parasitoid dari lapangan, membiakkannya secara massal di laboratorium, dan kemudian melepaskannya kembali ke lapangan pada saat diperlukan. Pelepasan predator dan parasitoid dapat dilakukan secara inokulatif misalnya pada setiap awal musim untuk meyakinkan keberadaan predator dan parasitoid di lapangan karena musuh alami biasanya lambat datangnya di lahan tanaman semusim.

Berikut disampaikan beberapa contoh predator dan parasitoid yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama padi dengan cara augmentasi.

1. Perbanyak massal parasitoid telur *Trigchogramma* sp. dengan inang *Corcira cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae), dan inang lain yang digunakan adalah telur *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) dan *Sitotroga cereallella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Tahapan pembiakan massal parasitoid tersebut sebagai berikut :

Penyediaan/pembiakan Inang

Inang yang digunakan untuk pembiakan parasitoid telur, *Trichogramma* spp., adalah telur hama ulat beras, *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae). Selain mudah dan murah untuk dibiakkan secara massal, *C. Cephalonica* mempunyai beberapa keunggulan sebagai inang, yaitu telur cukup besar, dan kemampuan produksi telurnya cukup tinggi (200-250 per betina dalam empat hari). Inang lain yang digunakan adalah telur *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) dan *Sitotroga cereallella* (Lepidoptera: Gelechiidae).

Pembiakan inang harus dimulai kurang lebih 6 minggu sebelum pembiakan parasitoid dimulai. Siklus hidup *C. cephalonica* berkisar antara 5-7 minggu, tergantung suhu lingkungan. Di daerah yang lebih panas, siklus hidup *C. cephalonica* lebih pendek.

Bahan dan Alat

- Telur atau larva *C. cephalonica* yang akan dibiakkan
- Pakan ulat berupa campuran dedak dan beras giling (perbandingan 1 : 1) atau campuran makanan ayam dan jagung giling (perbandingan 1 : 1) Pakan ulat ini dapat diganti dengan bahan sejenis yang mudah didapat
- Kotak pemeliharaan *Corcyra* berupa kotak plastik atau bahan lain yang berukuran 35 cm x 25 cm x 7 cm (ukuran kotak dapat disesuaikan) dgn tutup yg diberi jendela yang ditutup kain kasa
- Rak-rak penyimpanan

- Tabung reaksi (diameter 1 cm, panjang 8 cm)
- Kotak peneluran berupa silinder karton atau kertas tebal (diameter 15 cm, tinggi 20 cm) yang bagian dasar dan atasnya ditutup kawat kasa 15 mes (15 lubang/inci). Salah satu tutup dapat dibuka untuk memasukkan ngengat (diamater 15 cm)
- Cawan petri (diameter 15 cm)
- Kuas kasar dan sikat

Prosedur Pembiakan Corcyra

- Pakan ulat disterilkan dengan outoclaf atau oven untuk mematikan organisme lain yang terbawa pakan, misalnya semut, tungau, hama gudang dan lain-lain
- Pakan ulat dimasukkan ke dalam kotak pemeliharaan Corcyra dengan ketebalan $\pm 2,5$ cm
- Telur atau larva Corcyra dimasukkan ke dalam kotak pemeliharaan yang telah berisi pakan dengan kepadatan 2,5 – 3 telur (ulat) per cm^2 .
- Kotak pemeliharaan ditutup dan disimpan pada rak penyimpanan dengan suhu kamar sampai ngengat Corcyra muncul (memerlukan waktu selama 5-7 minggu)
- Ngengat yang muncul dikumpulkan dengan menggunakan tabung reaksi, kemudian
- Kotak peneluran disimpan pada posisi tegak di atas cawan petri yang telah dialasi kertas. Selama dalam kotak peneluran, ngengat Corcyra tidak memerlukan makanan. Telur Corcyra akan diletakkan pada kawat kasa di bagian atas dan dasar kotak peneluran.
- Telur Corcyra dikumpulkan setiap pagi agar tidak terlalu tua. Telur yang menempel pada kawat kasa disikat dengan kuas atau sikat dan ditampung dengan cawan petri.

- Setelah terkumpul, telur *Corecya* dibersihkan dengan cara mengalirkan telur-telur tersebut pada selembar kertas dan ditampung.
- Telur *Corecya* yang telah bersih sebagian digunakan untuk pembiakan parasitoid, dan sebagian yang lain dibiakkan lebih lanjut (sesuai dengan kebutuhan).

Pembiakan Parasitoid

Bahan dan Alat

- Sumber parasitoid (*Trichogramma* spp. Dan *Trichogrammatoidea* spp.). Parasitoid dapat diperoleh dari laboratorium lain yang telah membiakkan (misalnya Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB), atau mencari sendiri dari lapangan. Pencarian di lapangan dilakukan dengan cara mengumpulkan telur inang (misalnya *H. Armigera* atau hama lain yang ingin dikendalikan) yang diduga terparasit dan memeliharanya di laboratorium sampai imago parasitoid muncul.
- Telur *Corecya* hasil pembiakan.
- Kertas pias berupa potongan-potongan kertas manila atau karton tipis yang berukuran 2 cm x 6 cm.
- Tabung reaksi (diameter 2,5 cm, panjang 15 cm).
- Kain warna hitam. Karet gelang
- & Madu
- Jarum bertangkai.
- Lem arab (lem arab dilarutkan dalam air dengan perbandingan lem arab air = 1:2).
- Lemari es dan atau lampu ultra violet.

Prosedur Pembiakan

- Telur *Corcyra* direkatkan pada pias dengan cara menaburkan telur secara merata pada 2/3 bagian dari panjang pias yang telah diberi lem arab. Pias dengan luasan 2 cm x 4 cm dapat memuat ± 2.000 telur *Corcyra*.
- Telur *corcyra* pada pias disterilkan agar tidak menetas dengan cara disinari dengan lampu ultra violet selama ± 30 menit atau dimasukkan dalam lemari pendingin (freezer) selama 60 – 120 menit. Bila telur tidak disterilkan dan menetas (tidak terparasit), larvanya akan memakan telur-telur yang terparasit.
- Pias dengan telur steril dimasukkan dalam tabung reaksi (satu pias tiap tabung) yang didalamnya telah terdapat imago parasitoid dengan perbandingan parasitoid dengan telur $\pm 1:10$. Jenis parasitoid dan tanggal pemarkasitan ditulis pada bagian pias yang tidak diberi telur. Pada dinding tabung digoreskan madu (murni) untuk makanan parasitoid.
- Tabung reaksi ditutup dengan kain hitam dan diikat dengan karet.
- Tabung reaksi disimpan pada rak dengan posisi mulut tabung menjauhi arah datangnya sinar.
- Setelah ± 24 jam, imago parasitoid dapat dipindahkan ke tabung lain untuk digunakan lagi.
- Seteah 3 hari telur pada pias yang terparasit akan berubah warna menjadi abu-abu atau hitam. Imago parasitoid akan muncul 8 – 10 hari setelah telur *Corcyra* diparasit.
- Apabila terdapat kelebihan telur *Corcyra* yang telah steril harus disimpan dalam lemari es untuk digunakan sewaktu-waktu. Penyimpanan telur *Corcyra* sebaiknya tidak lebih dari satu minggu.

Pelepasan Parasitoid

Bahan dan Alat

- Pias-pias yang berisi telur terparasit yang berumur 7 hari setelah telur diparasit (imago parasitoid hampir muncul).
- Benang
- Gelas plastik bekas aqua.
- Ajir.

Prosedur Pelepasan

- Pias dengan telur terparasit yang berumur 7 hari dilubangi pada bagian yang tidak ada telurnya dan diikat dengan benang.
- Dasar gelas aqua dilubangi.
- Benang pengikat pias dimasukkan ke lubang pada dasar gelas sehingga pias berada di dalam gelas aqua. Gelas aqua berfungsi untuk melindungi pias dan hujan dan predator.
- Gelas aqua dengan pias digantungkan terbalik pada ajir dan disimpan di lapangan dengan kepadatan ± 200 pias per ha. Posisi pias diatur $\pm$ setinggi telur inang biasa diletakkan.
- Pemasangan pias/pelepasan parasitoid yang pertama dilakukan menjelang timbul serangan hama di lapangan. Di lokasi yang sama, pelepasan parasitoid diulang 4 hari sekali dan dihentikan saat serangan hama tidak terjadi, yaitu ketika pertumbuhan tanaman tidak sesuai lagi untuk pertumbuhan hama.

Evaluasi

Bahan dan Alat

- Tabung reaksi atau botol gelas (diameter 1 cm, panjang 7,5 cm)
- Kapas
- Gunting, pinset, kuas

Prosedur Evaluasi

- Telur inang dikumpulkan secara acak dari lapangan.
 - Telur dimasukkan ke dalam tabung reaksi/botol (1 telur/tabung), ditutup dengan kapas dan dipelihara di laboratorium.
 - Setelah 2 – 3 hari, telur diamati apakah terparasit atau tidak, dan dihitung persentase telur terparasit.
2. Pembiakan Coccinellidae dengan mengumpulkan kelompok telur Coccinella yang ditempatkan dalam suatu wadah (cawan petri), kemudian nimfa dan imago yang muncul diberi makan kutu daun. Tahapan pembiakan massal predator tersebut sebagai berikut :
- Telur yang diletakkan imago sebaiknya segera dipisahkan dari tempat pemeliharaan imago karena kalau tidak, telur biasanya akan dimakan kembali oleh imago. Telur dapat ditempatkan dalam cawan petri.
 - Larva yang baru menetas dari telur di hari yang pertama akan berada di atas kulit telur. Untuk itu hari pertama larva tak perlu diberi makan. Setelah itu larva ditempatkan dalam suatu wadah, misal kotak berukuran 10 x 13 x 5 cm dan setiap hari diberi makan kutu daun.
 - Pupa umumnya menempel pada substrat, dapat dipindah ke tempat terpisah atau dibiarkan dalam tempat yang digunakan untuk memelihara larva.

3. Pembiakan massal predator *Andrallus spinidens* yang ditempatkan dalam kurungan dan diberi makan larva (ulat), *Spodoptera litura*, *Crocitolomia binotalis*, dan *Corcyra cephalonica*. Tahapan pembiakan massal predator tersebut sebagai berikut :
 - Telur sebanyak $\pm 48 - 80$ butir ditempatkan dalam tempat kecil sampai menetas
 - Muncul nympha instar awal dan selalu bergerombol. Hari pertama cukup diberi tissue basah atau kutu daun setelah itu diberi larva Lepidoptera ukuran kecil
 - Nympha instar II – V sampai dewasa dapat ditempatkan dalam suatu wadah, tapi harus cukup makanan, kalau tidak akan terjadi kanibalisme. Diberi mangsa yang sama seperti dewasa
 - Imago ditempatkan dalam kurungan dan diberi makan larva (ulat), *Spodoptera*, *Crocitolomia*, *Corcyra*
4. Pembiakan massal predator *Sycanus annulicornis* yang ditempatkan dalam kurungan dan diberi makan larva (ulat), *Spodoptera litura*, *Crocitolomia binotalis*, dan *Corcyra cephalonica*. Tahapan pembiakan massal predator tersebut sebagai berikut :
 - Telur 110 – 130 ditempatkan dalam tempat kecil sampai menetas
 - Nympha instar awal diberi kutu daun atau larva Lepidoptera ukuran kecil
 - Nympha instar II – V dapat ditempatkan dalam satu wadah sampai instar IV; setelah itu sebaiknya ditempatkan satu-satu karena menjelang ganti kulit sering terjadi kanibalisme

- Imago Ditempatkan dalam kurungan dan diberi makan larva (ulat), *Spodoptera litura*, *Crocidolomia bonitalis*, *Corcyra cephalonica*

Konservasi predator dan parasitoid harus selalu dilakukan oleh petani agar predator dan parasitoid tersebut tetap tersedia di pertanaman padi. Keberadaan predator dan parasitoid di sawah sangat tergantung antara lain oleh teknik budidaya tanaman padi yang dilakukan petani. Beberapa teknik budidaya, misalnya pembakaran jerami, pengendalian gulma yang tidak tepat, penggunaan pestisida yang berlebihan dan lain-lain, dapat merugikan keberadaan predator dan parasitoid di sawah sehingga cara-cara tersebut sejauh mungkin dihindari oleh petani. Sebaliknya, penyediaan sumber makanan dan tempat berlindung untuk predator dan parasitoid serta menggunakan pestisida seminimal mungkin akan membantu konservasi musuh alami. Pelaksanaan PHT pada tanaman padi secara otomatis juga akan mengkonservasi predator dan parasitoid di lapangan.

Berikut disampaikan beberapa contoh tindakan yang dapat membantu konservasi predator dan parasitoid pada tanaman padi.

Berikut disampaikan beberapa contoh tindakan yang dapat membantu konservasi predator dan parasitoid pada tanaman padi.

1. Pergiliran tanaman dengan kedelai atau jagung setelah padi dapat mempertahankan populasi predator *Paederus* sp. *Paederus* sp. merupakan salah satu predator polifag yang memangsa antara lain wereng batang coklat (WBC), wereng punggung putih (WPP),

wereng zigzag (WZZ), dan wereng hijau (WH). Pada awal musim tanam, yang lebih dulu hadir biasanya WPP atau WZZ, sehingga *Paederus* sp. sudah mendapatkan mangsa. WBC muncul mulai umur tanaman 40 hari setelah tanam, sedangkan WH telah muncul pada awal pertanaman. Melihat kehadiran hama padi tersebut, keberadaan *Paederus* sp. dapat membantu menurunkan populasi beberapa hama tersebut. *Verania lineata* Thumb. adalah jenis predator lain WBC, WPP, dan WH. *V. lineata* juga merupakan predator hama kedelai, jagung dan dapat mengurangi populasi kutu daun (*Aphis* spp.).

2. Pada pematang sawah dan tepian saluran irigasi yang banyak ditumbuhi rumput-rumputan dan berkelembaban tanah yang tinggi atau tanah basah yang macak-macak banyak ditemukan musuh alami (predator dan parasitoid). Rerumputan pada pematang, tanggul maupun tengah petakan adalah habitat predator dan parasitoid.
 - a. Membiarkan pematang sawah dan tepian saluran irigasi tumbuh rumput terutama *Paspalum conjugatum* Berg. yang paling banyak dihuni laba-laba Lycosidae dan banyak ditemukan serangga pengurai dari ordo Collembola, hama wereng coklat, wereng punggung putih, dan wereng-wereng lainnya yang semuanya merupakan mangsa bagi Lycosidae (Herlinda 2000)

- b. Kelompok telur penggerek batang padi yang diperkirakan terparasit diambil dan dimasukkan ke dalam ruas bambu/stoples, kemudian ditutup dengan kain kassa. Setelah parasitoidnya (*Trichogramma* spp.) muncul, kemudian dilepaskan kembali ke lapangan.
- c. Parasitoid ganjur padi *Platygaster oryzae* Cameron (Platigasteridae) mempunyai inang alternatif pada padi liar (*Oryza perennis* Moench), sehingga parasitoid ganjur dapat mempertahankan hidup pada hama ganjur yang menyerang tanaman padi liar. Ganjur alang-alang juga dapat diparasit oleh *P. oryzae*, *Neanastatus oryzae* Ferrier (Eupelmidae), *Propicroscypus mirificus* Girault (Pteromalidae). Ganjur alang-alang dapat menjadi inang pengganti ganjur padi dan oleh karena itu dapat mempertahankan keberadaan populasi parasitoid ganjur pada saat ganjur padi tidak ada di lapang (Soenarjo 1986).
- d. Pertanaman padi sawah yang ada azolla merupakan habitat yang disenangi oleh predator WBC, yaitu *Microvelia dauglasi atrolineata* Bergroth (Veliidae), *Paraplea sabrina* Stal. (Pleidae) dan *Pardosa pseudoannulata* (Lycosidae) karena azolla menjadi tempat perlindungan predator tersebut (Kalshoven 1981).
- e. Beberapa jenis gulma, seperti *Euchinochloa crussgalli*, *Cyperus diffusus*, dan *Brachiaria mutica*, merupakan inang

- alternatif wereng, sehingga predator *C. lividipennis* dapat berkembang biak pada rumput-rumputan tersebut (Sivapragasam 1983).
- f. Rumput-rumputan (*Leersia* sp., *Paspalum vaginatum* dan *Digitaria* sp.) merupakan inang alternatif WBC dan WH sekaligus tempat berlindung dan berkembang biak bagi parasitoid *Anagrus* sp., dan *Gonatocerus* sp. Gulam jenis kayu api (*Pistia stratiotes*) dan *Salvinia molesta* merupakan tempat berlindung dan tempat mencari mangsa bagi *L. pseudoannulata* (Supriyadi *et al.* 1992)
- g. Rerumputan juga dapat menjadi inang penyakit virus seperti tungro, sehingga perlu dihilangkan. Perlu dilakukan pemilahan antara rerumputan yang menjadi inang dan yang menjadi habitat predator. Ada dua jenis gulma yang dapat menjadi pembawa (*carrier*) virus tungro (*Nephotettix virescen*) yaitu eceng dan teki, sehingga perlu dibasmi (Yulianto *et al.* 1997)
3. Pertanaman padi yang dengan pematang sawah yang bersih, diberi jerami dan dibiarkan kotor akan meningkatkan populasi predator dan parasitoid. Populasi predator dapat ditingkatkan bila pada awal pertumbuhan tanaman dengan memberikan mulsa jerami pada pematang pada saat pengolahan tanah dan saat tanaman muda. Tumpukan jerami di sawah dengan ukuran 10 x 7 m dengan ketebalan 30 cm dapat menjadi tempat berlindung dan

berkembang biak musuh alami, karena disana terdapat hama sebagai inang musuh alami. Pada tumpukan jerami dapat ditemukan berbagai jenis musuh alami padi, antara lain *Micraspis* sp., *Ophionea* sp., *Telenomus* sp., semut, *Anagrus* sp., *Oligosita* sp., *Mirmarid*, *Bracon*, *Elasmus*, dan *Lycosa* sp (Shepard *et al.* 1989).

4. Singgang tanaman padi berfungsi untuk meletakkan telur penggerek batang padi sekaligus untuk kelangsungan hidup parasitoid *Tetrastichus schoenobii* Ferr., *Telenomus rowani* Gah., dan *Telenomus javanicum* Ashm. Telur penggerek batang terparasit pada singgang berkisar antara 40-100%, sedangkan dipesemaian 10- 83,30% dan tanaman umur 3 bulan 33,30-30,58% (Laba *et al.* 1998).
5. Parasitoid dan predator dewasa umumnya makan madu, senyawa gula lainnya dan tepung sari untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Pakan tersebut dapat disediakan dengan pemberian langsung (menyemprotkan makanan buatan). Aplikasi ekstrak WBC di lapang meningkatkan parsitisasi *Anagrus* sp., sedangkan aplikasi cairan gula meningkatkan presentasi parasitisasi *Oligosita* sp. Aplikasi cairan gula dan ekstrak WBC juga dapat meningkatkan populasi *Cyrtorhinus* sp., *Ophionea* sp., *Pardosa* sp., *Coccinella* sp., dan *Paederus* sp., (Kartohardjo & Atmadja 1997). Penggunaan gula 5% dapat meningkatkan populasi parasitoid penggerek batang padi (Laba *et al.* 1995)

B. Evaluasi

Evaluasi pemanfaatan musuh alami (predator dan parasitoid) dilakukan dengan melakukan pengamatan rutin mingguan terhadap lahan tanaman padi. Karena predator dan parasitoid merupakan binatang yang aktif berpindah dari satu lokasi ke lokasi yang lain, maka dampak pemanfaatannya baru akan kelihatan bila kegiatan pemanfaatan predator dan parasitoid dilakukan pada skala yang cukup luas (misalnya satu hamparan). Hasil pengamatan akan menunjukkan apakah kegiatan untuk meningkatkan peran predator dan parasitoid di lapangan cukup berhasil atau tidak. Kadang-kadang sulit memisahkan antara peran musuh alami dalam mengendalikan hama dengan faktor-faktor lingkungan yang lain. Namun, dengan mengetahui perkembangan populasi hama, keaneka ragaman predator dan parasitoid, kepadatan populasi predator dan parasitoid serta berbagai faktor lain yang bekerja pada ekosistem tanaman padi, petani dapat menduga seberapa besar peran predator, parasitoid dan musuh alami yang bekerja pada ekosistem tersebut. Hal-hal yang perlu diamati dalam pengamatan mingguan antara lain adalah:

1. Kepadatan populasi serangga hama sasaran dan predatornya
2. Jumlah serangga sasaran terparasit
3. Intensitas serangan hama sasaran
4. Faktor agroekosistem lain yang berpengaruh terhadap perkembangan predator atau parasitoid dan serangga hama sasaran yaitu kondisi air pertanian, pemupukan, curah hujan dan cara pemeliharaan oleh petani, dan lain-lain.

V. SOSIALISASI



Pemasyarakatan pemanfaatan agens hayati merupakan kegiatan yang penting, setelah bertahun-tahun para petugas dan petani terbiasa menggunakan pestisida dan sarana kimiawi lainnya dalam usahatannya. Untuk memperoleh keyakinan dalam penggunaan agens hayati perlu dilakukan upaya secara bertahap, dimulai dari para petugas Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit (LPHP) dan Laboratorium Agens Hayati (LAH), para petugas lapangan, dan para petani. Sasaran terakhir adalah petani mampu dan mau baik dalam memproduksi maupun memanfaatkan agens hayati sebagai salah satu komponen pengendalian OPT. Upaya pemasyarakatan dapat dilakukan melalui :

- a. Peningkatan Sumber Daya Manusia Petugas dan Masyarakat, antara lain melalui :
 - Sekolah Lapangan Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT), yang menggunakan lahan petani/kelompok tani sebagai arena belajar dan menekankan pengelolaan agroekosistem di lahan tersebut berdasarkan pengamatan secara rutin. SLPHT dipandu oleh petugas perlindungan tanaman yang terlatih. Petani dalam pengendalian OPT di lahan nya di upayakan dapat memaksimalkan pemanfaatan musuh alami sedangkan penggunaan pestisida merupakan alternatif terakhir.

- Pelatihan pengembangan dan pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian OPT bagi petugas LPHP dan LAH.
- Pelatihan pemanfaatan agens hayati dalam pengendalian OPT bagi petugas pertanian di lapangan (PHP, KCD, PPL) dan kontak tani.
- Pelatihan praktis pembuatan Agens Hayati/Kompos + agens hayati
- Pembuatan DEMPLOT pengendalian OPT tanaman pangan dan hortikultura dengan pemanfaatan agens hayati.
- Pelaksanaan sarasehan/gelar teknologi/seminar/lokakarya pertanian dengan topik pemanfaatan agens hayati.

b. Pengembangan Padi Organik

Saat ini masyarakat semakin banyak yang menyadari pentingnya menjaga lingkungan yang sehat. Di bidang pertanian tidak hanya pengendalian OPT yang menggunakan agens hayati akan tetapi hampir semua faktor produksi telah mengurangi penggunaan unsur kimiawi untuk menuju Sistem Usahatani Organik. Sistem ini memelopori untuk kembali ke alam sehingga selama dalam proses produksi maupun produknya diupayakan aman baik bagi para petani maupun konsumen lainnya.

Prinsip praktek pertanian organik sempurna adalah :

- Menghindari penggunaan benih/bibit hasil rekayasa genetika.
- Menghindari penggunaan pestisida kimiawi sintetis. Pengendalian gulma, hama dan penyakit dilakukan dengan cara mekanis, biologis dan rotasi tanaman.

- Menghindari penggunaan zat pengatur tumbuh dan pupuk kimia sintetis. Kesuburan dan produktivitas tanah ditingkatkan dan dipelihara dengan menambahkan bahan organik sisa-sisa tanaman/hijau, pupuk kandang dan batuan mineral alami, serta penanaman legum dan rotasi tanaman.
- Menghindari penggunaan hormon tumbuh dan bahan aditif dalam makanan ternak untuk menghasilkan kotoran (pupuk) yang bersih dari zat non organik.





VI. PENUTUP

Penggunaan pestisida secara berlebihan telah merusak keseimbangan hayati, dengan terjadinya resurgensi, meningkatnya serangan OPT serta menurunnya populasi serangga dan mikroorganisme antagonis yang berperan sebagai agens pengendali hayati. Pengalaman di masa lalu tersebut menyadarkan pentingnya penerapan sistem pengendalian hama terpadu (PHT), yang memaksimalkan penerapan berbagai pengendalian OPT ramah lingkungan secara komprehensif dan mengurangi penggunaan pestisida. Salah satu komponen PHT tersebut adalah penerapan pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami antara lain predator dan parasitoid.

Dengan diterbitkannya buku tentang predator dan parasitoid ini, petugas dan petani akan lebih memahami keberadaan musuh alami dan pemanfaatannya dalam menunjang budidaya pertanian berkelanjutan.





DAFTAR PUSTAKA

- Baidu. 2008. <http://baike.baidu.com>. [12 April 2008]
- Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan 2004. Pedoman operasional laboratorium agens hayati. Pedoman laboratorium. Jatisari: BBPOPT. Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan.
- Barrión A. 2008. <http://www.saveourwaterwaysnow.com>. [12 April 2008]
- Boddington D. 2008. <http://www.saveourwaterwaysnow.com.au>. [12 April 2008]
- Bolte K. 2008. <http://www.invasive.org>. [12 April 2008].
- Brierley J. 2006. <http://www.naturesbestcreations.com>. [13 April 2008]
- Cerberilla. 2008. <http://www.flickr.com>. [12 April 2008]
- Claridge MF. 2008. <http://www.canacoll.org>. [10 April 2008].
- Conabio. 2008. <http://www.canacoll.org>. [9 April 2008].
- Cormack G.Mc. 2008. <http://www.brisbaneinsects.com>. [13 April 2008]
- CAB International 2008. Crop Protection Compendium Module. Wallingford, University of Kentucky. CAB International.
- Daapv.unipd.it. 2008. <http://pikul.lib.ku.ac.th>. [12 April 2008].
- Dempewolf M. 2008. <http://www.faunistik.net>. [9 November 2008].
- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman 1990. Musuh alami organisme pengganggu tanaman. Jakarta: Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan

- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman 1990. Musuh alami organisme pengganggu tanaman. Jakarta: Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura. 1993. Konsep pengendalian hama terpadu. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan dan Hortikultura.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 2000. Pedoman pengamatan dan pelaporan perlindungan tanaman pangan. Jakarta: Direktorat Jenderal Produksi Tanaman Pangan.
- DiTerlizzi T. 2008. <http://www.bugguide.net>. [9 November 2008].
- Gaga 940321. 2008. <http://www.gaga.jes.mlc.edu.tw>. [13 April 2008]
- Goergen G. 2007. Crop Protection Compendium Module 2008. Wallingford, University of Kentucky. CAB International.
- Hindayana D. 2006. Pengembangan dan pemanfaatan predator. Modul magang agens hayati dalam rangka pemasyarakatan PHT, Bogor 6-16 Maret 2006. Kerjasama Direktorat Bina Perlindungan Tanaman dengan Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB. Bogor: IPB
- Hidayat P dan Sosromarsono S. 2003. Pengantar entomologi. Bogor: Fakultas Pertanian. IPB.
- Herlinda S. 2000. Analisis komunitas arthropoda predator penghuni lansekap persawahan di daerah Cianjur, Jawa Barat. [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana. IPB.
- <http://www.asia-dragonfly.net>. [8 November 2008]
- <http://www.antbase.net.html>. [12 April 2008]
- <http://www.biocontrol.ucr.edu>. [13 April 2008]
- <http://www.cedarcreek.umn.edu> [10 Mei 2008]
- <http://www.city.nagoya.jp>. [9 November 2008].
- <http://www.fao.org>. 2008. [9 November 2008].
- <http://www.hymenoptera.tamu.edu>. [8 November 2008]

<http://www.jnkvv.nic.in>. [13 April 2008].

<http://www.ponent.atspace.org>. [12 April 2008].

<http://www.thailand.ipm-info.org>. [9 November 2008].

<http://www.tolweb.org>. [9 November 2008].

<http://www.univercityofkentucky>. [8 November 2008]

Japan International Cooperation Agency. 1982. An illustrated guide to some natural enemies of rice insect pests in Thailand Part 1. Japan: JICA

Kalshoven LGE. 1981. *The Pests of Crop in Indonesia*. Laan PA van der, penerjemah. Jakarta: Ichtiar Baru van Hoeve. Terjemahan dari: *De Palgen van de Cultuurgewassen in Indonesia*.

Kartohadjono A. 1992. Pengaruh parasit telur *Anagrus* sp. dan *Gonatocerus* sp. terhadap wereng coklat pada dua jenis tanaman inang. Kumpulan Abstrak Kongres Entomologi IV. Yogyakarta

Kartohardjono A dan Atmadja WR. 1997. Pelestarian (*Anagrus* sp. dan *Oligosita* sp.) pada wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) dengan menyemprotan ekstrak inang da gula. Prosiding III, Seminar Nasional Biologi XV PBI Cabang Lampung. Lampung: UNILA

Kartosuwondo U. 1993. Dasar-dasar pemanfaatan *Brassicaceae* liar untuk konservasi parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae) dalam mendukung pengendalian hama terpadu *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Yponomeutidae). [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana. IPB.

Konishi. 2008. <http://cse.naro.affrc.go.jp>. [8 November 2008]

Koswanudin D dan Koesbiantoro B. 2000. Keanekaragaman serangga hama dan arthropoda musuh alami pada pertanaman padi IP 300 di kabupaten Sumedang. Di dalam: Soenarjo E, Sosromarsono S, Wardjojo S, Prasadja I, editor. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Arthropoda pada Sistem Produksi Pertanian*, Cipayung 16-18 Oktober 2000. Bogor: Perhimpunan Entomologi Indonesia dan Yayasan Keanekaragaman Hayati Indonesia. hlm 229-235.

- Laba IW, Kilin D, Nurbaeti B. 1995. Metode perbanyak parasitoid penggerek batang padi. Laporan hasil penelitian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Bogor: IPB. 15 hlm.
- Laba IW, Djatmika K, Arifin M. 2000. Analisis keanekaragaman hayati musuh alami pada ekosistem padi sawah. Di dalam: Soenarjo E, Sosromarsono S, Wardojo S, Prasadja I, editor. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Arthropoda pada Sistem Produksi Pertanian*, Cipayung 16-18 Oktober 2000. Bogor: Perhimpunan Entomologi Indonesia dan Yayasan Keanekaragaman Hayati Indonesia. hlm 207-215.
- Lee A. 2008. <http://www.southindianspiders.org>. [13 April 2008]
- Oka IN. 1995. Pengendalian hama terpadu dan implementasinya di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mazzotti M. 2008. <http://www.flickr.com>. [12 April 2008].
- Monaghan N. 2008. <http://www.brisbaneinsects.com>. [8 November 2008]
- Montolio. 2008. <http://www.flickr.com>. [9 November 2008].
- Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ. 1996. *The insect of Australia*. Division of entomology commonwealth scientific and industrial research organization. Melbourne University Press.
- Packtpulk. 2008. <http://www.southindianspiders.org> [8 November 2008]
- Pudjianto. 2006. Pengembangan dan pemanfaatan parasitoid. Modul magang agens hayati dalam rangka pemasyarakatan PHT, Bogor 6-16 Maret 2006. Kerjasama Direktorat Bina Perlindungan Tanaman dengan Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB. Bogor: IPB
- Royle A. 2008. <http://www.gardensafari.net/english/shieldbugs.htm>. [8 November 2008]
- Shettle WH, Ariawan H, Astuti ET, Cahyono W, Hakim AL, Hindayana D, Lestari AS, dan Pajarningsih. 1996. Managing tropical rice pest

- through concervation of generalis natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77(7): 1975-1988.
- Shepard BM dan Barrion AT. 1995. Serangga, laba-laba dan pathogen yang membantu. Untung K dan Wirjosuharjo, penerjemah. Jakarta: Sekretariat Proyek PHT Pusat Departemen Pertanian.
- Shepard BM, Rapusas HR, Estano DB. 1989. *Using rice straw bundles to conserve beneficial arthropod communities in rice field. Int. Res. Newl.*
- Siam Insect Zoo. 2008. <http://www.malaeng.com>. [8 November 2008]
- Sivapragasam A. 1983. Weed host for *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter) a brown planthopper predator. *IRRN*.
- Soenarjo E. 2000. Keberadaan parasit ganjur padi *Orseolia oryzae* (Wordmason) pada ganjur alang-alang *Orseolia javanica* Kieffer. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan*, Sukamandi 16-18 Januari 1986. Vol 2 hal. 352-356.
- Sosromarsono S. dan Untung K. 2000. Keanekaragaman hayati artropoda predator dan parasitoid di Indonesia serta pemanfaatannya. Di dalam: Soenarjo E, Sosromarsono S, Wardoyo S, Prasadja I, editor. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Arthropoda pada Sistem Produksi Pertanian*, Cipayung 16-18 Oktober 2000. Bogor: Perhimpunan Entomologi Indonesia dan Yayasan Keanekaragaman Hayati Indonesia. hlm 33-43.
- Southwood TRE and Way MJ. 1980. Ecological background to pest management. *In* Rabb RL and Guthrie (eds). *Concept of pest management*. North Caroline: North Caroline State University.
- Sterling W. 2008. <http://www.insects.tamu.edu>. [14 April 2008]
- Supriyadi, Mangundihardjo S, Mahrub E. 1992. Kajian ekologi labalaba srigala, *Lycosa pseudoannulata* Boes. et. Str. pada lahan padi. *Kumpulan Abstrak Kongres Entomologi IV*, Yogyakarta 28-30 Januari 1992. Yogyakarta.
- Sztraka J. 2007. <http://www.flickr.com>. [8 November 2008]

- Tainan. 2008. <http://www.cookislands.bishopmuseum.org>. [8 November 2008]
- The International Rice Research Institute. 2008. <http://www.knowledgebank.irri.org>. [12 April 2008]
- Toastmasterskiev. 2008. <http://www.flickr.com>. [9 November 2008].
- Y_leon23. 2008. <http://www.flickr.com>. [8 November 2008]
- Yulianto, Hasanuddin A, Nuhsin M, Somowiyarjo S. 1997. Identifikasi gulma sebagai inang alternatif virus tungro. *Kongres XIV dan Seminar Ilmiah PFI*, Palembang 27-29 Oktober 1997. Palembang
- Wildbee. 2008. <http://www.flickr.com>. [8 November 2008]





KOSA KATA

A

acak: melakukan sesuatu dengan tidak secara teratur

aktif: giat (bekerja, berusaha)

alternatif: pilihan yang merupakan keharusan

analisa, analisis: penyelidikan sesuatu peristiwa untuk mengetahui apa sebab-sebabnya, bagaimana duduk perkaranya, dan sebagainya

augmentasi : meningkatkan jumlah (populasi) musuh alami yang sudah ada di lapangan dengan cara melepaskan musuh alami yang berasal dari pemeliharaan di laboratorium

D

diskripsi: gambaran

dominan : berkuasa, berpengaruh, terkemuka, kuat, menonjol

E

efektif: berhasil guna

ekologi: ilmu tentang hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya

ekologis: berkaitan dengan hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya

ekosistem : kumpulan populasi-populasi organisme yang hidup pada suatu areal atau habitat tertentu dan saling berinteraksi satu sama lain.

ektoparasitoid : parasitoid yang selama fase aktif memarasit inang (hama) berada di luar atau menempel di tubuh inangnya.

endoparasitoid : parasitoid yang meletakkan telur di dalam tubuh inang (hama) dan berkembang di dalam tubuh inang hingga menjadi dewasa atau larva instar akhir

evaluasi: penilaian akhir

F

fakta: peristiwa atau sesuatu hal sungguh-sungguh terjadi

faktor: sesuatu hal yang ikut menyebabkan terjadi sesuatu

fase: tahapan, tingkatan waktu (perubahan, perkembangan)

feromon : zat yang dikeluarkan serangga jantan untuk menarik perhatian serangga betina yang belum kawin

fisik: jasman, badan

freezer: alat pembeku

fungsi: guna, kegunaan

fungsional: mempunyai fungsi, mempunyai guna, ada kegunaannya

fotoperiodisitas :

G

generasi: angkatan, turunan

gutasi: tetesan air dari daun

H

hiperparasitisme : organisme yang memparasit organisme parasit

hirarki: urutan fungsi

I

identifikasi: pencirian

idiobiont : parasitoid yang menyebabkan langsung kematian inang setelah diparasit

imago: dewasa (serangga)

individu: perorangan (serangga)

infeksi: ketularan hama atau penyakit

informasi: penerangan, keterangan, kabar, berita

inokulasi: pelepasan agens hayati dalam jumlah relatif sedikit di harapkan agens hayati akan menetap dan berkembang biak sehingga pada generasi selanjutnya dapat menekan populasi OPT

inundasi : pelepasan musuh alami secara dalam jumlah besar dengan supaya populasi hama dapat diturunkan dengan cepat

integrasi : penyatuan, pengabungan

intensif: sungguh-sungguh

intensitas: kekerapan

interaksi: saling tindak, saling mempengaruhi

introduksi : pemasukan musuh alami dari luar wilayah, daerah, negara ke suatu daerah yang belum dihuni oleh musuh alami tersebut

K

kanibalisme: keadaan memakan makhluk hidup dari jenis yang sama

koinobiont: parasitoid yang menyebabkan kematian inang setelah parasitoid menyelesaikan fase larva (parasitoid larva)

komponen: bagian dari satu kesatuan

komunikasi: perhubungan, hubungan

komunitas : kumpulan populasi-populasi organisme yang hidup pada suatu areal atau habitat tertentu

konservasi : upaya yang bertujuan untuk melestarikan (memelihara) organisme

kriteria: persyaratan

kualitas: mutu

kuantitas, kuantitatif : jumlah, penjumlahan

korion : lapisan pembungkus telur (serangga)

kopulasi : perkawinan (serangga)

L

lazim: biasa, umumnya

logika: masuk akal

lisis : terjadi penghancuran suatu organisme oleh senyawa metabolit yang diproduksi oleh organisme lain

M

materi: bahan

media: sarana, alat perantara

metode: cara

mesenteron: saluran makanan bagian tengah

minimal: paling sedikit

N

nuclear : inti

O

observasi: pengamatan

optimal: paling baik

organisme: makhluk hidup

ovipositor: alat pada serangga yang berfungsi untuk meletakkan telur (parasitoid betina)

oklusi : bagian tubuh virus tersusun dari protein yang mengandung partikel virus (virion)

ooteka: pembungkus telur seperti busa dari bahan seperti kertas yang diskresikan oleh betina (serangga)

P

parasitoid: serangga yang memarasit (hidup dan berkembang dengan menumpang) serangga lain (inangnya)

partenogenesis: kelompok serangga yang dapat berkembangbiak tanpa ada pembuahan telur

patogen: mikroorganisme (bakteri, virus, cendawan, nematoda, protozoa dan riketsi) yang menyebabkan infeksi dan menimbulkan penyakit pada serangga

populasi : kumpulan individu dari suatu spesies yang hidup pada suatu tempat

potensi: kekuatan

parasitoid : serangga yang memarasit atau hidup dan berkembang dengan menumpang serangga lain (inang).

polifernis, polimorfisme: perubahan warna atau bentuk yang diinduksi oleh faktor lingkungan (serangga)

polyhedra : suatu benda yang mempunyai bidang banyak dan membungkus, sama dengan tubuh oklusi

predator: binatang yang memakan/memangsa untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

produksi: memproses dan memperbanyak

R

resisten: tahan

resurgensi: bertambahnya jumlah hama karena pemakaian insektisida

S

sistem: rangkaian yang terkait

sistematik: dengan cara tertentu

soliter: satu individu dalam satu inang

spesifik: khas, lebih khusus

spot: tidak merata, hanya di tempat-tempat tertentu dan tidak luas

standar: patokan

siklus: waktu yang dibutuhkan selama hidup (pada serangga sejak telur diletakkan hingga imago yang terbentuk meletakkan telur kembali)

starter : isolat yang digunakan untuk perbanyakkan massal pertama kali

T

tabuhan: serangga kecil sejenis lebah (famili *Ichneumonidae*, *Braconidae* dll)

tekstur: penampakan suatu permukaan

toxin : racun yang dihasilkan oleh musuh alami (parasitoid, predator, serangga pemakan spora, agens antagonis dan gulma)

V

variasi: beragam, beraneka ragam, bermacam-macam

virus : partikel virus yang terdiri dari asam nukleat dan pembungkusnya



DIREKTORAT JENDERAL TANAMAN PANGAN
DIREKTORAT PERLINDUNGAN TANAMAN PANGAN
JAKARTA - 2008