



KOMPATIBILITAS APLIKASI NEMATODA
ENTOMOPATOGEN *Heterorhabditis* spp. DENGAN
JAMUR ENTOMOPATOGEN *Daecilomyces* sp PADA
PENGENDALIAN HAMA TANAMAN KUBIS
Plutella xylostella L.

KARYA ILMIAH TERTULIS *HAMA TANAMAN*
(SKRIPSI)

Asal	: Hadiah	Klass 632 PRA K
Terima Tgl:	Penerimaan 01 MAR 2001	
No. Induk :	102.885.292	e-c

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh ;

Mery Drasetiyowati

NIM. FIEI 95254

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

2001

PEMBIMBING

Dr. Didik Sulistyanto (DPU)

Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS. (DPA)

Diterima oleh :

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada

Hari : Kamis

Tanggal : 15 Februari 2001

Pukul : 09.00 – 10.45 WIB

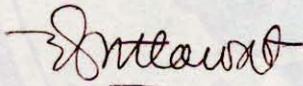
Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

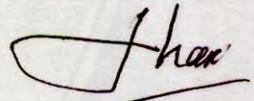

(Dr. Didik Sulistyanto)
NIP. 131 792 232

Anggota I



(Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS.)
NIP. 130 531 982

Anggota II



(Dr. Suharto, MSc.)
NIP. 131 415 809

Mengetahui

Dekan Fakultas Pertanian


(Dr. Arie Mhdjiharjati, MS)
NIP. 130 609 808

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan hasil penelitian dalam bentuk Karya Tulis Ilmiah (Skripsi) dengan judul **Kompatibilitas Aplikasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dengan Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Pada Pengendalian Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella***. Skripsi tersebut diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan jenjang strata satu dalam bidang Pertanian.

Dalam pelaksanaan penelitian, sejak merencanakan penelitian sampai penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari sumbang fikir dan bantuan fasilitas dari pihak perorangan maupun lembaga. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada.

1. Dekan dan Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan strata satu di Fakultas Pertanian khususnya di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.
2. Dr. Didik Sulistyanto, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta saran dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Dr. Suharto, MSc., selaku anggota tim penguji.
4. IFS (*International Foundation for Science*) Swedia yang ikut membantu mendanai penelitian ini.
5. Semua pihak yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materiil selama penelitian sampai penulis berhasil mempertanggungjawabkan hasil penelitian ini.

Harapan penulis semoga Karya Tulis ilmiah yang telah tersusun ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.



Mery Prasetyowati. 9515101254. Kompatibilitas Aplikasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dengan Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Pada Pengendalian Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella*.

Kompatibilitas kombinasi aplikasi nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dengan jamur entomopatogen *Paecilomyces* sp. telah diuji di laboratorium terhadap mortalitas *P. xylostella*. Efektivitas kombinasi aplikasi dua agens entomopatogen tersebut, diamati dengan indikator mortalitas *P. xylostella*, kemampuan *Heterorhabditis* masuk ke dalam tubuh inang apabila diaplikasikan dengan *Paecilomyces* secara bersamaan atau diaplikasikan dua hari setelah aplikasi *Paecilomyces*, dan adanya interaksi antara dua agens tersebut. Efektivitas aplikasi *Heterorhabditis* spp. terhadap mortalitas *P. xylostella* ternyata lebih tinggi dibandingkan apabila dikombinasikan dengan *Paecilomyces* sp. Ditinjau dari kemampuan penetrasi nematoda ke dalam tubuh larva, kemampuan tersebut menurun apabila aplikasi diberikan secara kombinasi meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak nyata. Jumlah nematoda yang dapat masuk ke dalam tubuh larva meningkat dengan lamanya waktu setelah inokulasi. Ada interaksi negatif antara *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. yang menyebabkan terjadinya kematian nematoda dan perubahan morfologi koloni *Paecilomyces* sp. Koloni *Paecilomyces* sp. yang semula berwarna putih agak merah keungu-unguan berubah menjadi pudar (putih keabu-abuan) disertai nekrotik pada ujung-ujung miselium koloni. Kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. ternyata kurang kompatibel untuk pengendalian hama kubis *P. xylostella*.

Kata kunci : Agens hayati/*Heterorhabditis* spp./ *Paecilomyces* sp./Kompatibilitas/*Plutella xylostella*.



Mery Prasetyowati. 9515101254. Kompatibilitas Aplikasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dengan Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Pada Pengendalian Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella*.

Kompatibilitas kombinasi aplikasi nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dengan jamur entomopatogen *Paecilomyces* sp. telah diuji di laboratorium terhadap mortalitas *P. xylostella*. Efektivitas kombinasi aplikasi dua agens entomopatogen tersebut, diamati dengan indikator mortalitas *P. xylostella*, kemampuan *Heterorhabditis* masuk ke dalam tubuh inang apabila diaplikasikan dengan *Paecilomyces* secara bersamaan atau diaplikasikan dua hari setelah aplikasi *Paecilomyces*, dan adanya interaksi antara dua agens tersebut. Efektivitas aplikasi *Heterorhabditis* spp. terhadap mortalitas *P. xylostella* ternyata lebih tinggi dibandingkan apabila dikombinasikan dengan *Paecilomyces* sp. Ditinjau dari kemampuan penetrasi nematoda ke dalam tubuh larva, kemampuan tersebut menurun apabila aplikasi diberikan secara kombinasi meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak nyata. Jumlah nematoda yang dapat masuk ke dalam tubuh larva meningkat dengan lamanya waktu setelah inokulasi. Ada interaksi negatif antara *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. yang menyebabkan terjadinya kematian nematoda dan perubahan morfologi koloni *Paecilomyces* sp. Koloni *Paecilomyces* sp. yang semula berwarna putih agak merah keungu-unguan berubah menjadi pudar (putih keabu-abuan) disertai nekrotik pada ujung-ujung miselium koloni. Kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. ternyata kurang kompatibel untuk pengendalian hama kubis *P. xylostella*.

Kata kunci : Agens hayati/*Heterorhabditis* spp. / *Paecilomyces* sp./Kompatibilitas/*Plutella xylostella*.

RINGKASAN

Mery Prasetyowati. 9515101254. Kompatibilitas Aplikasi Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dengan Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp. Pada Pengendalian Hama Tanaman Kubis *Plutella xylostella*. (dibimbing oleh Dr. Didik sulistyanto dan Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS).

Hama tanaman kubis yang sering menimbulkan kerugian cukup berarti ialah *Plutella xylostella* L. Sampai saat ini upaya pengendalian hama tersebut masih ditekankan pada penggunaan pestisida yang dilaporkan banyak menimbulkan dampak negatif terutama terhadap lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian hama yang berwawasan lingkungan dengan mengacu pada konsep pengendalian hama terpadu (PHT) ialah pemanfaatan pengendalian hayati. Berbagai spesies mikroba yang bersifat patogen terhadap serangga dapat dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati. Nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. dan jamur entomopatogen *Paecilomyces* sp. telah dilaporkan dapat digunakan untuk mengendalikan serangga hama dari ordo Lepidoptera.

Penggunaan agens pengendali hayati patogen serangga dalam aplikasinya dapat dicampurkan dengan pestisida atau spesies patogen lain untuk menghasilkan pengaruh yang sinergistik. Pada penelitian ini diuji kompatibilitas penggunaan nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. isolat Ngadisari dengan jamur entomopatogen *Paecilomyces* sp. apabila diaplikasikan bersama-sama pada pengendalian hama tanaman kubis *P. xylostella*.

Pada pengujian tersebut aplikasi *Heterorhabditis* spp. maupun *Paecilomyces* sp. secara sendiri-sendiri atau dengan kombinasi dilakukan dengan metode yang sama. *Heterorhabditis* spp. diinokulasikan secara langsung pada larva *P. xylostella* instar tiga dengan konsentrasi 100 ji/ml, 200 ji/ml, 300 ji/ml, dan 400 ji/ml. *Paecilomyces* sp. diaplikasikan dengan cara mencelupkan larva pada suspensi spora jamur dengan konsentrasi 0.5 g koloni/10 ml (1.6×10^6 spora/ml), 1 g koloni/10 ml (2.4×10^6 spora/ml), 1.5 g koloni/10 ml (2.8×10^6 spora/ml), 2 g koloni/10 ml (3.8×10^6 spora/ml) dan diberi pakan daun kubis. Efektivitas aplikasi dua agens biologi tersebut untuk mengendalikan larva *P. xylostella* instar tiga diuji dengan

membandingkan empat macam perlakuan, yaitu (1) kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp., (2) aplikasi *Heterorhabditis* spp. tanpa *Paecilomyces* sp., (3) aplikasi *Paecilomyces* sp. tanpa *Heterorhabditis* spp., dan (4) tanpa aplikasi (kontrol). Kombinasi aplikasi antara *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. dilakukan secara bersamaan dan dengan selang dua hari, yaitu *Paecilomyces* sp. diaplikasikan terlebih dahulu dua hari kemudian baru dengan *Heterorhabditis* spp. Kriteria untuk menentukan kompatibilitas penggunaan dua agens hayati tersebut yaitu tinggi rendahnya mortalitas larva yang diakibatkan dari hasil aplikasi, kemampuan nematoda untuk masuk ke dalam tubuh larva *P. xylostella*, dan interaksi positif antara dua agens hayati tersebut.

Mortalitas larva *P. xylostella* diamati dan dihitung dengan rumus Abbot $M = (A - B) / (100 - B) \times 100 \%$. Setiap hari sampai 72 jam setelah aplikasi, kemampuan nematoda untuk masuk ke dalam tubuh larva *P. xylostella* diamati dengan membandingkan jumlah nematoda yang dapat masuk ke dalam tubuh larva pada setiap perlakuan. Pada pengujian tersebut nematoda diinokulasikan pada larva *P. xylostella* dengan konsentrasi 200 ji/ml dan inokulasi jamur dengan kepekatan suspensi spora 2 g koloni/10 ml (3.8×10^6 spora/ml). Setelah inokulasi larva *P. xylostella* dipelihara selama 1, 4 dan 8 jam, kemudian 48 jam setelah setiap periode pemeliharaan tersebut, larva dibedah untuk menentukan jumlah nematoda yang dapat masuk ke dalam tubuh larva.

Untuk membuktikan adanya interaksi positif kombinasi penggunaan dua agens hayati tersebut dilakukan pengujian pada media agar cawan dari media *potato dextrose agar* (PDA). Suspensi jamur dengan kepekatan spora 1 g koloni/10 ml (2.4×10^6 spora/ml), 2 g koloni/10 ml (3.8×10^6 spora/ml), dan 3 g koloni/10 ml (5.6×10^6 spora/ml) masing-masing diteteskan secara aseptik ke dalam lubang-lubang (sumuran) yang telah dibuat pada permukaan media agar cawan. Pada setiap media agar cawan dibuat lima lubang yang diatur sedemikian rupa sehingga membentuk segi empat dengan satu lubang di tengah. Lima hari setelah penanaman suspensi jamur tersebut. *Heterorhabditis* spp. diinokulasikan pada biakan jamur dengan konsentrasi 200 ji/0.25 ml. Antagonisme antara dua agens hayati tersebut diamati dengan melihat ada atau tidaknya kematian nematoda, perubahan perilaku nematoda, dan perubahan morfologi koloni jamur.

Untuk membandingkan mortalitas larva *P. xylostella* dan kemampuan nematoda masuk ke dalam larva akibat kombinasi aplikasi nematoda dan jamur, data dianalisis berdasarkan percobaan berfaktor 2 x 5 untuk mortalitas larva *P. xylostella* dengan agens nematoda dan jamur sebagai faktor masing-masing diaplikasikan dengan 5 taraf konsentrasi menggunakan rancangan dasar rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Pada setiap perlakuan untuk setiap ulangan digunakan 10 larva.

Kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp., dan aplikasi *Heterorhabditis* spp. tanpa *Paecilomyces* sp. pada larva *P. xylostella* dengan konsentrasi paling rendah yang diuji (100 ji/ml) mampu menyebabkan mortalitas larva *P. xylostella* lebih tinggi dibanding dengan kontrol, sedangkan apabila yang digunakan untuk aplikasi hanya *Paecilomyces* sp. saja dengan konsentrasi paling rendah 0.5 g koloni /10 ml ($1,6 \times 10^6$ spora/ml) tidak berpengaruh terhadap mortalitas larva *P. xylostella*. Pengaruh aplikasi jamur tanpa nematoda terhadap mortalitas baru terlihat pada konsentrasi lebih dari 1 g koloni/10 ml ($2,4 \times 10^6$ spora/ml). Efektivitas aplikasi *Heterorhabditis* sp. terhadap mortalitas *P. xylostella* juga lebih tinggi dibandingkan apabila digunakan kombinasi aplikasi dengan *Paecilomyces* sp. Pada aplikasi *Heterorhabditis* spp. tanpa *Paecilomyces* sp. dengan konsentrasi paling tinggi (400 ji/ml) mortalitas yang dihasilkan mencapai 73.33 persen sedangkan apabila dengan kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp. mortalitas larva hanya mencapai 36.67 sampai 46.67 persen. Kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. juga cenderung menurunkan jumlah nematoda yang dapat masuk ke dalam tubuh larva meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak nyata. Selain itu interaksi antara dua agens hayati tersebut cenderung bersifat antagonis yaitu menyebabkan kematian nematoda meskipun persentasenya relatif kecil dan perubahan warna koloni jamur yang semula berwarna putih agak merah keungu-unguan berubah menjadi pudar berwarna putih keabu-abuan dan terjadi nekrotik pada ujung-ujung miselium di sekeliling koloni.

Dapat disimpulkan bahwa kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. kurang kompatibel untuk mengendalikan hama kubis *P. xylostella* di laboratorium.

**Program studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian
Universitas Jember 2001**

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
I . PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	2
1.3 Hipotesis.....	3
II . TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Hama <i>P. xylostella</i> Pada Kubis dan Pengembangan Teknik Pengendaliannya.....	4
2.2 Peluang Pemanfaatan Agens Hayati Pada Pengendalian <i>P. xylostella</i>	7
2.3 Biologi dan Gejala Serangan Nematoda Entomopatogen <i>Heterorhabditis</i> spp.	8
2.4 Ekobiologi Jamur Entomopatogen <i>Paecilomyces</i> sp.	9
2.5 Kompatibilitas Nematoda Entomopatogen dengan Agens Hayati Lain.....	10
III . BAHAN DAN METODE	
3.1 Bahan dan Alat.....	11
3.2 Metode Penelitian.....	11
IV . HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
V . KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
DAFTAR PUSTAKA	24

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Mortalitas larva <i>P. xylostella</i> 72 jam setelah variasi aplikasi dua agens hayati.....	16
2.	Jumlah nematoda entomopatogen yang masuk ke dalam tubuh <i>P. xylostella</i> akibat kombinasi aplikasi antara <i>Heterorhabditis</i> spp. dengan <i>Paecilomyces</i> sp.....	19
3.	Pengaruh interaksi antara <i>Heterorhabditis</i> spp. dengan <i>Paecilomyces</i> sp.....	20



DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Gejala pada larva <i>P. xylostella</i> yang terinfeksi nematoda, <i>Paecilomyces</i> sp., serta terinfeksi oleh <i>Heterorhabditis</i> spp. dan <i>Paecilomyces</i> sp a. Larva sehat b. Larva terinfeksi <i>Heterorhabditis</i> spp c. Larva terinfeksi <i>Paecilomyces</i> sp. d. Larva terinfeksi <i>Heterorhabditis</i> spp dan <i>Paecilomyces</i> sp.	16
2.	Pertumbuhan <i>Paecilomyces</i> sp. dari larva terinfeksi pada media PDA dan bentuk konidia <i>Paecilomyces</i> sp. a. Pertumbuhan <i>Paecilomyces</i> sp. dari larva terinfeksi di lihat dari bagian atas b. Pertumbuhan <i>Paecilomyces</i> sp. dari larva terinfeksi di lihat dari bagian bawah; c. Konidia <i>Paecilomyces</i> sp.(pembesaran 400X).....	17
3.	Gejala pada larva <i>P. xylostella</i> yang terinfeksi oleh kombinasi aplikasi <i>Heterorhabditis</i> spp. dengan <i>Paecilomyces</i> sp.	18
4.	Gejala <i>Heterorhabditis</i> spp. yang mati terperangkap jamur (pembesaran 400X).....	22
5.	Perubahan warna koloni <i>Paecilomyces</i> sp. akibat interaksi dengan <i>Heterorhabditis</i> spp a. Warna koloni <i>Paecilomyces</i> sp. (5 hari) sebelum diaplikasi <i>Heterorhabditis</i> spp (putih agak merah keungu-unguan b. Warna koloni <i>Paecilomyces</i> sp. berumur 10 hari setelah aplikasi <i>Heterorhabditis</i> spp (putih kebu-abuan dengan nekrotik pada ujung-ujung miselium) c. Koloni <i>Paecilomyces</i> sp. umur 10 hari (tanpa terjadi nekrotik)	22

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Hama tanaman kubis *Plutella xylostella* L. yang dikenal sebagai "Ngengat Punggung Berlian" sering dilaporkan menimbulkan kerugian cukup berarti terutama pada musim kemarau sampai mencapai 100 persen, apabila tidak dilaksanakan pengendalian (Suyanto, 1994; Cahyono, 1995).

Sampai saat ini upaya pengendalian hama tersebut masih ditekankan pada penggunaan pestisida (insektisida). Di Indonesia sejak tahun 1953 hama daun kubis *P. xylostella* telah dilaporkan tahan terhadap DDT (Ankersmit, 1953 dalam Oka 1995). Hasil penelitian Soekarno dkk.(1982 dalam Sastrosiswojo dan Setiawati, 1992) menunjukkan bahwa *P. xylostella* strain Lembang, Pacet, Kopeng dan Tawangmangu telah resisten terhadap fenvalerat, permetrin, dan sipermetrin (golongan piretroid sintesis) dengan tingkat resistensi yang berbeda-beda. Menurut Mujiono *et al.* (1994) di daerah sentra produksi tanaman kubis Purbalingga pengendalian dilakukan dengan aplikasi insektisida sintetik sejak tanaman berumur dua minggu sampai menjelang panen dengan interval penyemprotan 4–9 hari. Menurut Sastrosiswojo (1992 dalam Oka,1995) penggunaan insektisida yang intensif pada tanaman kubis-kubisan ternyata mempengaruhi aktivitas, perkembangan dan peranan parasitoid *Diadegma semiclausum* dan *D. xylostella*. Soeriaatmadja dan Sastrosiswojo (1988 dalam Oka,1995) juga melaporkan bahwa pemantauan residu sipermetrin, permetrin, deltametrin dan profenofos pada tanaman kubis di kabupaten Bandung dan Garut menunjukkan kadar yang dapat membahayakan konsumen.

Timbulnya berbagai dampak negatif tersebut perlu dilakukan pengendalian dengan alternatif lain. Salah satu alternatif pengendalian hama berwawasan lingkungan yang mengacu pada konsep pengendalian hama terpadu (PHT) ialah teknik pengendalian hayati.

Berbagai spesies mikroba yang bersifat patogen terhadap serangga dapat dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati (Oka, 1995). Poinar (1979) dan Sulistyanto dan Ehlers (1996) melaporkan nematoda entomopatogen dari genus *Steinernematidae* dan *Heterorhabditidae* sangat potensial untuk mengendalikan serangga hama, dari ordo *Lepidoptera*, *Coleoptera*, dan *Diptera*. Menurut Gaugler dan Kaya (1993) nematoda entomopatogen mempunyai virulensi yang tinggi terhadap inang, membunuh inang dengan cepat, dan mudah dibiakkan dengan cara *in-vitro*. Menurut Rayati dan Widayati (1997), bahwa jamur entomopatogen *Paecilomyces fumosaroseus* pada dosis 2.5 kg/Ha dapat menurunkan intensitas serangan ulat jengkal (*Ectropis bhurmitra*) 18.91 persen pada tanaman teh, tetapi tidak berpengaruh terhadap produksi pucuk teh.

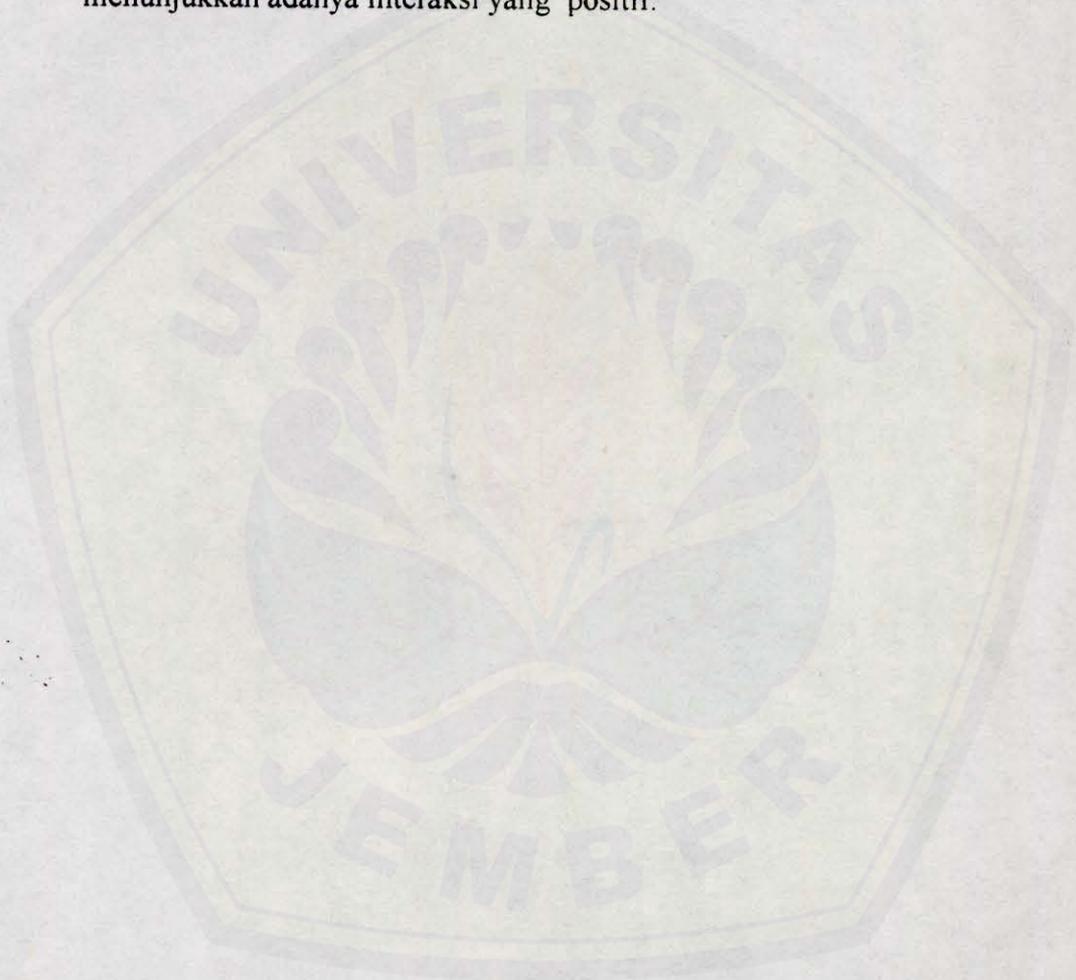
Efektivitas dan efisiensi penggunaan agens hayati dapat ditingkatkan dengan teknik kombinasi aplikasi antara beberapa agens hayati. Menurut Oka (1995) agens hayati entomopatogen aplikasinya dapat dikombinasikan dengan pestisida maupun spesies patogen lainnya. Pada penelitian ini diuji pengaruh kombinasi aplikasi dua agens entomopatogen yaitu nematoda *Heterorhabditis* spp. isolat Ngadisari dengan jamur *Paecilomyces* sp. dalam menekan populasi hama *Plutella xylostella*.

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kompatibilitas penggunaan *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. apabila diaplikasikan secara bersama – sama pada pengendalian hama *P. xylostella*. Hasil penelitian akan sangat bermanfaat sebagai informasi yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam merencanakan strategi pengendali *P. xylostella* secara biologis menggunakan nematoda entomopatogen dan jamur entomopatogen dengan lebih baik dan efisien.

1.3 Hipotesis

1. Kombinasi aplikasi antara *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. untuk mengendalikan *P. xylostella* bersifat kompatibel.
2. Kombinasi aplikasi meningkatkan mortalitas *P. xylostella* dan kemampuan nematoda masuk ke dalam tubuh larva *P. xylostella*.
3. Kombinasi aplikasi antara *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. menunjukkan adanya interaksi yang positif.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hama *P. xylostella* Pada Tanaman Kubis dan Pengembangan Teknik Pengendaliannya

Ngengat punggung berlian, *P. xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) merupakan hama yang selalu menimbulkan masalah paling serius pada tanaman sayuran di seluruh dunia. Menurut Kartasapoetra (1993) larva ini gemar sekali merusak tanaman kol, baik kol daun maupun kol bunga, sedangkan petersay, sawi, lobak akan dirusaknya apabila tanaman kol tidak ada.

Sejak tahun 1973 *P. xylostella* diketahui berbahaya dan mempunyai arti penting secara ekonomi pada tanaman kubis di Indonesia (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1990). Zulham *et al.* (1995) melaporkan bahwa larva *Plutella* sp. juga diketahui menyerang tanaman kubis dengan intensitas yang sangat tinggi di Mondoinding, Sulawesi Utara. Mujiono *et al.* (1994), Adiyoga *et al.* (2000), dan Sujarwo (2000) melaporkan serangan hama tersebut di daerah sentra produksi kubis Purbalingga, Cibiru, Parangpong, Cisarua, Banjarnegara, Garut, dan Majalengka juga sangat tinggi.

Larva *Plutella* memakan daun-daun kubis pada tanaman yang masih muda maupun yang sudah tua. Daun-daun yang terserang memperlihatkan adanya lubang-lubang dan hanya tinggal tulang daun dan cabang-cabang tulang daunnya. Pada umumnya serangan terjadi secara eksplosif pada musim kemarau, sehingga kerugian yang ditimbulkan dapat mencapai 100 persen (Cahyono, 1995). Zulham *et al.* (1995) mengemukakan bahwa serangan hama tersebut menurunkan kualitas maupun kuantitas produksi dan untuk menanggulangi petani sangat tergantung pada penggunaan pestisida.

Perkembangan populasi larva *Plutella* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama suhu dan dalam perkembangannya siklus hidup hama tersebut tergolong sempurna terdiri atas empat fase yaitu telur, larva, pupa, dan imago yang berupa ngengat. Fase telur sampai dewasa sekitar 27 hari pada suhu 60^oF, dengan lama waktu mulai peletakkan telur sampai menetas adalah 6 hari, larva

14 hari, dan pupa 7 hari. Pada suhu yang tinggi (80⁰F) siklus hidup hama tersebut menjadi lebih pendek, yaitu dengan lama waktu mulai peletakkan telur sampai menetas 2 hari, larva 6 hari, dan pupa 3 hari (Ho, 1995 dalam Mau dan Kessing, 1992). Kalshoven (1981) juga melaporkan bahwa pada ketinggian tempat 250 m dpl total perkembangan hama *Plutella* memerlukan waktu yang lebih singkat 12-15 hari, sedangkan pada ketinggian tempat 1100 m dpl (lokasi sebagian besar kubis ditanam) perlu waktu yang lebih lama yaitu berkisar antara 20-25 hari.

Karakteristik biologi hama *Plutella* dicirikan dengan telur berbentuk bulat oval berukuran 0,6 x 0,3 mm, berwarna kuning, diletakkan di bawah permukaan daun secara tunggal atau berkelompok (Rukmana, 1994). Menurut Mau dan Kessing (1992) dan Rukmana (1994) larva terdiri atas empat instar, larva yang paling besar (instar empat) mempunyai panjang 8 - 10 mm, dan lebar 1-1,5 mm, berwarna hijau dengan bulu-bulu yang sangat kecil, dan bergerak aktif. larva instar satu dan dua mempunyai kepala berwarna hitam dan pada instar tiga dan empat berwarna hijau sampai coklat. Kalshoven (1981) dan Suyanto (1994) mengemukakan bahwa pupa *Plutella* berada di dalam kokon yang berwarna putih, berlubang-lubang dan kuat. Pada awalnya pupa berwarna hijau dan setelah 24 jam berubah menjadi coklat atau hitam. Imago atau ngengat berwarna coklat atau kelabu, mempunyai ciri khas terdapat tiga buah titik seperti intan pada sayap depan. Lama hidup serangga selama 2 - 4 minggu.

Untuk mencegah terjadinya kerugian akibat hama *Plutella* pada tanaman kubis, sejak tahun 1920 telah dilakukan upaya pencegahan terjadinya ledakan hama dengan melakukan usaha pengendalian hama secara hayati menggunakan parasitoid *Plutella* yang di introduksi dari luar. Upaya tersebut baru berhasil menekan populasi hama setelah di introduksi sejenis parasitoid *D. semiclausum* dari Selandia Baru pada tahun 1950 (Sastrosiswojo dan Sastrodihardjo, 1986 dalam Soon, 1990). Meskipun demikian menurut Sudarwohadi dan Eveleens (1977 dalam Soon, 1990) tingkat parasitasi parasitoid tersebut selama periode 1968-1970 masih relatif rendah (kurang dari 60 persen), dan baru pada tahun 1971-1975 parasitoid tersebut mulai berkembang di Jawa dan sebagian besar Sumatera dengan tingkat parasitasi yang meningkat mencapai rata-rata 60 - 80 persen.

Dalam pengembangannya, cara-cara pengendalian hama yang dilakukan oleh petani tampak mengalami perubahan dengan adanya kebijaksanaan pemerintah untuk melaksanakan program intensifikasi pertanian. Menurut Oka (1995) pada waktu permulaan dilaksanakannya program intensifikasi tanaman (sayuran, padi, palawija, dan perkebunan) antara tahun 1970 – 1980, petani lebih mengandalkan pada penggunaan pestisida/insektisida dalam upaya pengendalian hama. Jenis insektisida yang banyak digunakan oleh petani pada waktu itu (1960-1979) Endrin, Dieldrin, Aldrin, Toxaphene, DDT, dan BHC yang sebenarnya tergolong jenis insektisida yang mengandung senyawa karbon berkhlor.

Sastrosiswojo (1992 dalam Oka, 1995) melaporkan bahwa akibat penggunaan jenis-jenis insektisida yang mengandung senyawa karbon berkhlor tersebut telah terjadi resistensi hama *Plutella* terhadap insektisida dan selain itu insektisida juga dapat mempengaruhi aktivitas dan perkembangan parasitoid *D. semiclausum*. Menurut Untung (1996) dan Komisi Pestisida (1976 dalam Wudianto, 1999) insektisida tersebut dilarang beredar dan tidak boleh digunakan untuk pengendalian hama pertanian di Indonesia. Namun menurut Adiyoga *et al.* (2000) sampai saat ini petani masih menitikberatkan penggunaan insektisida atau kombinasi untuk pengendalian *Plutella*, dengan menggunakan jenis insektisida yang mengandung senyawa golongan organofosfat dengan nama dagang Klorpirifos, Profenofos, Fipronil, dan Metidation. Berdasarkan rekomendasi komisi pestisida untuk tanaman sayuran (1999 dalam Wudianto, 1999) diantara insektisida tersebut yang dilarang penggunaannya untuk pengendalian hama hanya Klorpirifos. Walaupun Profenofos, Fipronil, dan Metidation tergolong insektisida yang tidak dilarang penggunaannya, kemungkinan terjadi penyimpangan dalam aplikasi dapat menimbulkan dampak negatif. Adiyoga *et al.* (2000) melaporkan bahwa penggunaan insektisida tersebut oleh petani cenderung berlebihan.

Pemahaman akan dampak negatif penggunaan insektisida telah mendorong petani untuk kembali menggunakan agens hayati untuk pengendalian hama *Plutella*. Salah satu agens hayati yang digunakan dalam praktek ialah bakteri *Bacillus thuringiensis* Berl. (Bt) yang formulasinya telah dipasarkan dalam bentuk cair. Menurut Untung (1996) penggunaan Bt sebagai insektisida mikrobial untuk

mengendalikan *P. xylostella* mempunyai sifat-sifat yang baik yaitu (1) daya selektivitasnya tinggi, (2) tidak membahayakan organisme bukan sasaran dan (3) tidak mencemari lingkungan. Sutanto (1996 dalam Setiawati, 1994) mengemukakan bahwa di Indonesia Bt telah di kenal dan umum digunakan petani sejak tahun 1970. Namun menurut Setiawati (1994) pada tahun 1994 ada dugaan bahwa terjadi resistensi hama terhadap Bt. Ahmad (1999) juga melaporkan bahwa ulat daun *P. xylostella* dari Lembang telah resisten terhadap Bt.

Selain bakteri, Carner dan Suryawan (1993 dalam Oka, 1995) melaporkan bahwa ada species jamur yang dapat berperan sebagai agens hayati untuk pengendalian *P. xylostella*. Dari hasil survei tahun 1993 pada tanaman sayuran di Jawa, Sumatera dan Sulawesi Selatan ditemukan species jamur *Hirsutella* spp. yang menginfeksi *P. xylostella* di lapangan. Sampai saat ini selain Bt penggunaan agens-agens hayati dari organisme/jasad lain dalam aplikasinya belum banyak dilaporkan.

2.2 Peluang Pemanfaatan Agens Hayati Pada Pengendalian *P. xylostella*

Berbagai jenis organisme yang tergolong dalam serangga, bakteri, jamur, dan nematoda telah dilaporkan dapat berperan sebagai parasit atau parasitoid pada hama *Plutella*.

Serangga *D. semiclausum* dilaporkan merupakan parasitoid penting dari hama *Plutella* di daerah sentra produksi kubis dataran tinggi (Broto *et al.*, 1994). Menurut Poelking (1990) pemanfaatan *D. semiclausum* pada percobaan di lahan yang ditutup dengan kasa pada setiap plot tanaman kubis menunjukkan tingkat parasitasi mencapai 95 persen sedangkan pada percobaan di lahan secara terbuka tingkat parasitasi tersebut hanya sebesar 12 – 15 persen, meskipun hasil panen masih dapat meningkat sampai 64 persen.

Di daerah sentra produksi sayuran di Pangalengan, Majalengka, Lembang, Segunung, Garut, dan Sukabumi telah ditemukan pula sejenis nematoda yang dapat memparasitir larva *P. xylostella*, dan larva hama lainnya yaitu *Crocidolomia binotalis*, *Agrotis ypsilon*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura*, dan *S. exigua*. Parasitisme tersebut menyebabkan kematian larva yang mulai terjadi tiga hari setelah inokulasi dan

dalam waktu tujuh hari setelah inokulasi kematian dapat mencapai 100 persen (Uhan *et al.*, 1996). Mason dan Wright (1997) melaporkan jenis-jenis nematoda seperti *H. indicus*, *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. yang mampu menginfeksi dan menimbulkan kematian larva *P. xylostella* 86 - 100 persen pada kisaran suhu 20 - 30°C.

Riethmacher *et al.* (1990) melaporkan bahwa jamur *Pandora (erynia) blunkii* (Lakonex Zimm.) Humber dan *Zoophthora radicans* (Bref.) Batko mampu menginfeksi larva *P. xylostella* sampai lebih 95 persen, dan menginfeksi pupa sebanyak 70 persen pada tanaman kubis (*Brassica oleracea*). Infeksi dua jamur tersebut pada larva dan pupa *P. xylostella* pada tanaman *peitchai* (*B. campestris*) lebih rendah dibandingkan dengan kubis yaitu hanya mencapai masing-masing 20 persen untuk larva, 30 persen untuk pupa. Menurut Ibrahim dan Low (1993) aplikasi suspensi spora *Beauveria bassiana* dan *Paecilomyces fumosoroseus* masing-masing dengan kepekatan 1×10^8 spora/ml setara dengan $3,75 \times 10^{13}$ spora/ha mampu menurunkan populasi larva *P. xylostella*.

Chalfant (1990) serta Soares dan Quick (1990) menginformasikan bahwa Produk insektisida mikrobial (*B. thuringiensis*) Dipel, Javelin, Cutlass, dan MVP efektif untuk mengendalikan *P. xylostella* dan *Trichoplusi ni* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) dengan selang aplikasi 4 -5 hari seiaama terjadi serangan yang cukup parah.

2.3 Biologi dan Gejala Serangan Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* spp.

Siklus hidup nematoda entomopatogen pada dasarnya sederhana terdiri dari tiga fase yaitu telur, juvenil, dewasa, dan secara umum mengalami empat kali pergantian kulit sebelum mencapai dewasa dan pergantian kulit dapat saja terjadi di dalam telur, di lingkungan, dan di dalam tubuh serangga inangnya (Tanada dan Kaya, 1993). Ehlers dan Peter (1995) menyatakan bahwa siklus hidup *Heterorhabditis* spp. terdiri atas empat stadia juvenil (J1 - J4). Menurut Hominick *et al.* (1996) fase yang efektif untuk mengendalikan serangga hama ialah fase infeksi juvenil yang secara morfologi dan fisiologisnya telah lama beradaptasi dengan lingkungan dalam tanah.

Nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* spp. mempunyai interaksi mutualistik dengan bakteri *Photobacterium* sp. (Boemare *et al.*, 1996; Ehlers, 1996). Bakteri

simbion tersebut terdapat dalam saluran pencernaan (vesikel) dari juvenil infeksi (Simoes dan Rosa, 1996). Menurut Akhurt dan Boemare (1990 dalam Boemare *et al.*, 1996), bakteri simbion menghasilkan eksotoksin dan endotoksin serta mampu berkembang dengan cepat dalam haemolimfa serangga.

Strauch *et al.* (1994 dalam Ehlers, 1996) mengemukakan bahwa perkembangan *Heterorhabditis* spp. berbeda dengan *Steinernema* spp. *Heterorhabditis* spp. secara hemaprodit keturunannya dapat berkembang menjadi betina amphimictic dan jantan amphimictic atau juvenil infeksi. Pada saat kepadatan populasi nematoda tinggi dan kondisi makanan kurang tersedia, juvenil satu tidak berkembang tetapi langsung membentuk juvenil infeksi, bila kondisi makanan cukup tersedia juvenil dan kepadatan populasi nematoda rendah juvenil infeksi berkembang menjadi dewasa amphimictic dan jika kondisi stabil juvenil infeksi berkembang menjadi hemaprodit.

Menurut Simoes dan Rosa (1996) serangan nematoda entomo-patogen terhadap serangga inang menyebabkan gejala eksternal, internal, dan perilaku. Pada umumnya gejala pada larva yang terserang adalah adanya perubahan warna, tubuh menjadi lembek dan apabila dibedah konstitusi jaringan menjadi cair tetapi tidak berbau busuk.

2.4 Ekobiologi Jamur Entomopatogen *Paecilomyces* sp.

Samson (1981) mengemukakan bahwa dari 30 genera jamur entomopatogenik yang termasuk dalam kelas Deuteromycetes (fungi imperfecti), satu atau lebih species dapat menginfeksi serangga, seperti *Paecilomyces*, *Metharhizium*, *Beauveria*, *Verticillium*, *Nomuraea*, dan *Hirsutella*. Menurut Rombach *et al.* (1994) *Paecilomyces* sp. dapat menginfeksi ordo Lepidoptera dan Diptera.

Koloni jamur *Paecilomyces* sp. pada umumnya berwarna kuning hingga merah muda, pertumbuhan koloni jamur ini tergolong lambat, koloni jamur mencapai 5-7 cm dalam waktu 14 hari dengan suhu 25°C pada media *Malt Extraks Agar* (MEA). Pertumbuhan optimum terjadi pada suhu antara 26-30°C dengan PH optimum 6.5, sporulasi optimum terjadi pada media dengan 3% NaCl, bila ditumbuhkan pada media campuran jamur ini dapat menghasilkan asam tartarik yang merupakan senyawa inhibitor bagi organisme lain (Domsch *et al.*, 1980). Menurut

Mulyadi (1989) jamur *Paecilomyces* sp. relatif mudah ditumbuhkan pada media buatan dan alami antara lain pada agar cair, PDA, gabah, sekam, dan daun lamtoro. Media PDA dapat digunakan sebagai media *Paecilomyces* sp. dalam jangka relatif lama (dengan penggantian secara teratur) dan tidak mengurangi efektivitasnya. Ibrahim dan Low (1993) juga melaporkan bahwa padi merupakan media padat yang baik untuk pertumbuhan dan sporulasi *Paecilomyces fumosoroseus* dan air kelapa untuk media cair.

Menurut Domsch *et al.* (1980) beberapa isolat *Paecilomyces* sp. dapat menghasilkan peptida antibiotik yang bersifat antagonistik pada beberapa bakteri dan jamur maupun organisme lainnya. Salah satu metabolik yang dihasilkan jamur *Paecilomyces* sp. adalah leusinostatit yang efektif mengendalikan bakteri gram positif dan senyawa lilasinin yang dapat menghambat pertumbuhan jamur lainnya serta nematoda.

2.5 Kompatibilitas Nematoda Entomopatogen dengan Agens Hayati Lain

Kompatibilitas nematoda entomopatogen dengan agen hayati lain perlu diketahui efektivitasnya terlebih dahulu sebelum pelaksanaan strategi pengendalian hama. Kombinasi nematoda dengan agens hayati lain diharapkan dapat menambah atau meningkatkan mortalitas hama, mengurangi penggunaan pestisida dan nematoda dapat berkembang biak dengan baik (Kaya, 1985).

Mracek dan Spitzer (1983 dalam Kaya, 1985) melaporkan parasitoid *Tachinidae* kompatibel dengan nematoda entomopatogen *Steinernema kraussei*. Menurut Kaya dan Baryton (1978 dalam Kaya, 1985) *S. feltiae* dapat berkembang dalam inang yang terinfeksi virus granulosus. Kamionek *et al.* (1974 dalam Finney, 1981; Kaya 1985) mengemukakan bahwa kombinasi aplikasi *P. farirosus* dan *B. bassiana* dengan *Neoplectana carpocapsae* yang diinfeksi pada *G. mellonella* dapat meningkatkan patogenesis nematoda dan menghasilkan mortalitas lebih tinggi daripada aplikasi jamur atau nematoda tanpa kombinasi, tetapi kombinasi dua agens hayati tidak dapat meningkatkan mortalitas ketika diaplikasikan pada *Tribolium*. Menurut (Finney, 1981) percobaan di tanah dengan agens *Bacillus popilliae* dan *B. brongniartii* (= *tenella*) tidak berpengaruh terhadap patogenesis nematoda.

III. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Jember, pada bulan Oktober 1999 sampai Juli 2000.

3.1 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang diperlukan antara lain larva *P. xylostella* instar tiga, ulat *Tenebrio molitor*, *Heterorhabditis* spp. isolat Ngadisari, *Paecilomyces* sp., kertas saring, *Potato Dextrose Agar* (PDA), air suling steril, daun kubis, madu 10%, kapas, formalin 0,1%, asam laktat, Tween 20, saringan 30 μ m dan 15 μ m, botol, jarum ent, cawan petri, kotak plastik, pipet, mikropipet, haemocytometer, alat pemotong agar (dari pipa gelas diameter 2-3 mm), lampu bunsen, dan *laminar flow*.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini agens hayati yang diuji untuk mengendalikan hama *P. xylostella* pada tanaman kubis ialah nematoda entomopatogen isolat Ngadisari (*Heterorhabditis* spp.) dan jamur entomopatogen *Paecilomyces* sp. *Heterorhabditis* spp isolat Ngadisari dipilih untuk pengujian ini karena dari hasil uji pendahuluan tiga isolat yang dilaporkan oleh Bahari (1999), dibandingkan dengan isolat Cemoro Lawang (*Steinernema* spp.) dan isolat Ngadas (*Heterorhabditis indicus*), isolat Ngadisari menunjukkan paling virulen. Sebelum pengujian terlebih dahulu dilakukan persiapan khususnya pembiakan dan penangkaran nematoda *Heterorhabditis* spp., jamur *Paecilomyces* sp. maupun larva *P. xylostella*.

Heterorhabditis spp. dibiakkan secara *in-vivo* pada larva *Tenebrio molitor* dengan metode *white trap*. Pembiakan dilakukan dengan cara menginokulasikan juvenil infektif (ji) *Heterorhabditis* spp. pada *T. molitor* dalam cawan petri yang telah dilapisi kertas saring. Setelah larva *T. molitor* mati (dalam waktu 24–48 jam

setelah inokulasi), larva dipindahkan ke cawan petri yang lain dan cawan petri tersebut diletakkan dalam cawan petri yang ukurannya lebih besar yang berisi sedikit air. Satu minggu kemudian diperkirakan nematoda juvenil infektif telah turun ke dalam air dalam cawan petri besar, sehingga nematoda tersebut dapat diambil dengan penyaringan secara bertahap menggunakan saringan 30 μ m dan 15 μ m. Juvenil nematoda yang diperoleh dilarutkan dalam sedikit air steril dan disimpan dalam botol yang tertutup tidak rapat pada suhu ruangan selama 2-4 hari sampai digunakan untuk pengujian.

Isolat *Paecilomyces* sp. diperoleh dari biakan murni yang dihasilkan oleh kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Cangar Batu Malang. Isolat tersebut kemudian diperbanyak dengan membiakkan dalam media agar cawan dengan menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu ruangan selama 10 hari untuk memperoleh koloni biakan yang cukup untuk pengujian.

Larva *P. xylostella* yang diuji sebagai inang sasaran mula-mula diambil dari lapangan, kemudian ditangkarkan di dalam kotak di laboratorium dengan inang makanan kubis selama kurang lebih 3-4 minggu sehingga memperoleh larva instar tiga yang diperlukan untuk pengujian.

Aplikasi agens biologi *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp. untuk mengendalikan larva *P. xylostella* instar tiga diuji dengan membandingkan empat macam perlakuan yaitu (1) kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp. (HP), (2) aplikasi *Heterorhabditis* spp. tanpa *Paecilomyces* sp. (H), (3) aplikasi *Paecilomyces* sp. tanpa *Heterorhabditis* spp. (P), dan (4) tanpa aplikasi atau kontrol (K). Percobaan disusun berdasarkan percobaan berfaktor 2 x 5 dengan faktor agens nematoda dan jamur masing-masing dengan 5 taraf konsentrasi, sehingga diperoleh 25 kombinasi perlakuan. Rancangan dasar yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan dan untuk uji beda antar perlakuan digunakan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Aplikasi *Paecilomyces* sp. maupun *Heterorhabditis* spp. secara tanpa kombinasi atau dengan kombinasi dilakukan dengan metode yang sama. Pada percobaan tersebut larva yang digunakan sebanyak 10 larva setiap ulangan pada setiap perlakuan. Aplikasi *Paecilomyces* dilakukan dengan metode celup menggunakan suspensi spora jamur dengan konsentrasi 0.5 g koloni/10 ml (1.6×10^6 spora/ml), 1 g koloni/10 ml (2.4×10^6 spora/ml), 1.5 g koloni/10 ml (2.8×10^6 spora/ml), dan 2 g koloni/10 ml (3.8×10^6 spora/ml). Suspensi dibuat dengan cara melarutkan biakan atau koloni jamur dalam 10 ml air suling steril yang ditambah dengan tiga tetes Tween 20, kemudian larva *P. xylostella* dicelupkan dengan menggunakan kuas, setelah itu diletakkan dalam cawan petri yang dilapisi kertas saring dan diberi pakan daun kubis (diameter 3.5 cm). Nematoda entomopatogen diaplikasikan dengan konsentrasi 100 ji/ml, 200 ji/ml, 300 ji/ml, dan 400 ji/ml dengan menginokulasikan secara langsung menggunakan mikropipet (1000 μ l) pada larva *P. xylostella* instar tiga yang ditempatkan dalam cawan petri yang telah dialasi kertas saring dan diberi pakan. Kombinasi perlakuan *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp. dilakukan secara (1) bersamaan, yaitu larva *P. xylostella* lebih dahulu dicelupkan kedalam suspensi spora jamur setelah itu diinokulasi dengan *Heterorhabditis* spp. (HP) dan (2) aplikasi *Heterorhabditis* spp. dilakukan selang dua hari setelah aplikasi *Paecilomyces* sp. (2HP). Sebagai kontrol larva *P. xylostella* dicelupkan ke dalam air suling steril. Setiap perlakuan digunakan tiga ulangan dengan 10 larva untuk setiap ulangan.

Variabel untuk menentukan kriteria kompatibilitas dua agens hayati tersebut dalam mengendalikan larva *P. xylostella* yaitu mortalitas larva. Mortalitas larva pada perlakuan H, HP, 2HP diamati setiap hari sampai 72 jam setelah aplikasi, dan pada perlakuan P dilakukan sampai 6 hari setelah aplikasi. Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus Abbot (1925, dalam Finney, 1971) yaitu, $M = \frac{(A-B)(100-B)}{100} \times 100\%$; (M= mortalitas; A= jumlah kematian larva pada perlakuan; B= jumlah kematian larva pada kontrol)

Sebagai indikator untuk menilai kompatibilitas penggunaan *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp. ialah apabila mortalitas *P. xylostella* pada perlakuan kombinasi lebih tinggi daripada perlakuan tanpa kombinasi.

Pengujian kompatibilitas antara *Heterorhabditis* spp. dan *Paecilomyces* sp. lebih lanjut dilakukan dengan menginokulasikan nematoda sebanyak 200 jil/ml dan jamur dengan konsentrasi 2 g koloni/10 ml (3.8×10^6 spora/ml) pada larva *P. xylostella* instar tiga dalam cawan petri yang dilapisi kertas saring. Setelah aplikasi nematoda tanpa kombinasi atau dengan kombinasi masing-masing selama 1, 4, dan 8 jam larva dipindahkan ke dalam cawan petri lain yang dilapisi kertas saring basah. Empat puluh delapan jam kemudian larva dibedah dan dihitung jumlah nematoda yang masuk ke dalam tubuh larva. Percobaan disusun berdasarkan RAL dengan tiga ulangan dan uji beda antar perlakuan digunakan uji Duncan taraf 5%.

Interaksi antara *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. tanpa keberadaan larva *P. xylostella* diuji dengan menggunakan biakan murni *Paecilomyces* sp. berumur 10 hari. Pengujian dilakukan dengan memelihara *Paecilomyces* sp. dan *Heterorhabditis* spp. dalam media agar cawan dari media PDA. Untuk Pengujian tersebut suspensi spora *Paecilomyces* sp. dari koloni umur 10 hari sebanyak 1 g koloni/10 ml (2.4×10^6 spora/ml), 2 g koloni/10 ml (3.8×10^6 spora/ml), dan 3 g koloni/10 ml (5.6×10^6 spora/ml) diteteskan ke dalam lubang-lubang (sumuran) yang telah dibuat pada permukaan media agar cawan dengan menggunakan alat pemotong agar. Setiap agar cawan dibuat lima sumuran yang diatur sedemikian rupa membentuk segi empat dengan satu sumuran di tengah. Setiap sumuran ditetesi dengan suspensi spora *Paecilomyces* sebanyak dua tetes secara aseptik. Lima hari setelah penanaman kultur *Paecilomyces* sp. tersebut, *Heterorhabditis* spp. dengan konsentrasi 200 ij/0.25 ml diinokulasikan pada biakan *Paecilomyces* sp. di cawan petri. Sebelum diinokulasikan *Heterorhabditis* didisinfestasi terlebih dahulu menggunakan formalin 0,1% selama 30 menit, baru dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali. Perlakuan ini diulang sebanyak lima kali. Pengamatan adanya interaksi positif atau negatif dilakukan dengan mengamati jumlah nematoda yang mati serta perilaku nematoda dan perubahan secara morfologi dari perkembangan *Paecilomyces* sp. dilakukan sejak 2, 6, 8, 10, 24, 48, 72, 96, 120 jam setelah nematoda diaplikasikan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi aplikasi *Heterorhabditis* spp. dengan *Paecilomyces* sp. kurang kompatibel untuk mengendalikan hama kubis *P. xylostella* di laboratorium. Kombinasi aplikasi tersebut bahkan dapat menurunkan kemampuan penetrasi *Heterorhabditis* ke dalam tubuh inang, dan menunjukkan interaksi negatif yaitu terjadinya kematian *Heterorhabditis* dan perubahan morfologi koloni *Paecilomyces*.

Pada aplikasi perlu dipertimbangkan konsentrasi atau takaran agens hayati yang digunakan, khususnya untuk *Paecilomyces* sp. perlu diuji kembali pada konsentrasi yang lebih tinggi. Mengingat pentingnya kombinasi aplikasi antara dua agens hayati atau lebih dalam menunjang pengendalian hama terpadu, masih perlu diteliti lebih lanjut kemungkinan strategi pemanfaatan kombinasi aplikasi yang tepat agar dua atau lebih agens hayati dapat diaplikasikan secara bersama-sama.



DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W., M. Ameriana, R. Suherman, T.A. Soetiarso, B.K. Udiarto, dan I. Sulastrini. 2000. Sistem produksi sayuran urban dan peri-urban di kotamadya dan kabupaten Bandung. *J. Hort.* 9 (4): 331-352.
- Agrios, G.N. 1988. *Plant Pathology*. Third ed. Acad. Press. INC. 803 p.
- Ahmad, I. 1999. Kajian dosis mortalitas *Bacillus thuringiensis* dan ekstrak nimba pada ulat daun kubis *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Perlantan. Ind.* 8(5): 1-8.
- Bahari, R., 1999. Inventarisasi, isolasi dan identifikasi nematoda entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. pada tanaman hortikultura di Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jember. 59 p. (Tidak dipublikasikan).
- Barbercheck, M.E. dan H.K. Kaya. 1990. Interactions between *Beauveria bassiana* and the entomopathogenic nematodes; *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*. *J. Invertebr. Pathol.* 55: 225-234.
- Boemare, N., L. Christian, dan M. Herve. 1996. The entomopathogenic nematode-bacterium complex : biology, life cycle and vertebrate safety. *Biocontr. Sci. Technol.* 6: 333-345.
- Broto, W., Sjaifullah, Satsijati, T. Sutater, F.A. Bahar, Y. Krisnawati, S. Sulihanti. 1994. *Hasil Penelitian Hortikultura Pelita V*. Puslitbang. Hort. BPPP. pp: 30 – 57.
- Cahyono, B. 1995. *Cara Meningkatkan Budidaya Kubis Analisis Kelayakan Secara Intensif Jenis Kubis Putih*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 72 p.
- Chaerani, M., M. Finegan, M.J. Downes dan C.T. Griffin. 1995. Pembiakkan masal nematoda entomopatogen serangga *Steinernema* dan *Heterorhabditis* isolat Indonesia secara *In-Vitro* untuk pengendalian hama penggerek padi secara hayati. *Poster Ilmiah Pada pekan IPTEK*. Puspitek serpong 28 - 29 November. 11 p.
- Chalfant, R.B. 1990. Microbial and other insecticides to control Lepidopterous pests of cole crops in Georgia. pp: 139-146. dalam N.S. Takelar (ed.). 1990. *Proc. of the Second International Workshop Tainan*. Taiwan. 10-14 Desember.

- Domsch, K.H., W. Gams, dan T.H. Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi Volume 1*. Acad. Press Inc. London. 859 p.
- Ehlers, R.U. 1996. Current and Future. Use of nematodes in biocontrol: practise and commercial aspect with regard to regulator policy issues. *Biocontr. Sci. Technol.* 6:303-316.
- _____ dan A. Peter. 1995. Entomopathogenic in biological control: feasibility, perspectives and possible risk. pp: 119-136. dalam H.M.T. Hokkanen and J.M. Lynch (ed.). *Biological Control: Benefits and Risks*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*. Acad. Press. London. 256 p.
- Finney, J.R. 1981. Entomopathogenic nematodes. pp:110-116. dalam H.D. Burges (ed.). 1981. *Microbial Control of Pests and Plant Diseases*. Acad. Press Inc. London.
- Gaugler, R. dan N.K. Kaya. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Ann. Rev. Entomolog.* 38:181-206.
- Hominick, W.M, A.P. Reid, D.A. Bohan dan B.R. Briscoe. 1996. Entomopathogenic nematodes: biodiversity, geographical distribution and the convention on biological diversity. *Biocontr. Sci. Technol.* 6:317-331.
- Ibrahim, Y.B. dan W. Low. 1993. Potential of mass-production and field efficacy of isolates of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against *Plutella xylostella*. *Nation. J. Pest Manag.* 39:288-292.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pest of Crops in Indonesia*. Rev. by P. A. Van der Laan. PT. Ikhtiar Baru-Van Hoeve. 783 p.
- Kartasapoetra, A.G. 1993. *Hama Tanaman Pangan dan Perkebunan*. Bumi Aksara. Jakarta. 155 p.
- Kaya, H.K. 1985. Entomopathogenous nematodes for insect control in IPM system. pp:283-290. dalam M.A. Hoy and D.C Herzog (ed.). 1985. *Biological Control in Agricultural IPM System*. Acad. Press Inc. London.
- _____ dan A.M. Koppenhofer. 1996. Effects of microbial and other antagonistic organism and kompetition on entomopathogenic nematodes. *Biocontr. Sci. Technol.* 6:357-371.

- Mason, J.M. dan D. J. Wright. 1997. Potential for the control of *Plutella xylostella* larvae with entomopathogenic nematodes. *J. Invert. Pathol.* 70:234-242.
- Mau, R.F.L. dan J.L.M. Kessing. 1992. *Plutella xylostella* (Linnaeus). www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/plutella.htm.
- Mujiono, A., Suryanto, dan W. Priharyana. 1994. Kemempnan insektisida nabati mikrobial dan kimia sintesis terhadap ulat *Plutella xylostella*. pp: 86-90. dalam D. Sitepu, P. Wahid, M. Soehardjan, S. Rusli, E.A. Wikardi, I. Mustika, dan D. Soetopo (ed.) Pros. Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor. 1-2 Desember 1993.
- Mulyadi. 1989. Kemungkinan penggunaan jamur dalam pengendalian nematoda parasitik tanaman. pp: 32-33. dalam Dwidjaputra, I.G.P., N. Westen, I.B. Oka (ed.) 1989. *Pros. Kongr. Nas. X dan Seminar Ilmiah PFI*. Denpasar. 14-16 Nopember.
- Oka, I.N., 1995. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah mada University Press. Yogyakarta. 255 p.
- Poelking, A. 1990. Diamondback moth in The Philippines and its control with *Diadegma semiclausum*. pp: 271-278. dalam N.S. Takelar. (ed.). 1990. *Proc. of the Second International Workshop Tainan*. Taiwan. 10-14 Desember.
- Poinar, G.O.Jr. 1979. *Nematodes for Biological Control of Insect*. CRC. Boca Raton. Florida. 345p.
- Rayati, D.J. dan W. Widayati. 1997. Jamur entomopatogenik *Paecilomyces fumosaroseus*, *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae*, efektifitasnya dalam mengendalikan ulat jengkal (*Ectropis bhumitra*) pada tanaman teh. *Pros. Kong. Nas. XIV dan Seminar Ilmiah PFI*. Palembang. 27-29 Oktober.
- Riethmacher, G.W., M.C. Rombach dan J. Kranz. 1990. Epizootics of *Pandora blunkii* and *Zoophthora radicans* (Entomophthoraceae: Zygomycotina) in diamondback moth populations in The Philippines. pp: 193-199. dalam N.S. Takelar. (ed.). 1990. *Proc. of the Second International Workshop Tainan*. Taiwan. 10-14 Desember.
- Robert, D.W. 1981. Toxins of entomopathogenic fungi. pp: 441-459. dalam H.D. Burges (ed.). 1981. *Microbial Control of Pest and Plant Diseases*. Acad. Press Inc. London.
- Rombach, M.C., D.W. Roberts, R.M. Aguda. 1994. Pathogen of rice insects. pp: 632-635. dalam E.A. Heinrichs (ed.). *Biology and Management of Rice Insects*. Willey Eastern Limited. New Delhi.

- Rukmana, R. 1994. *Bertanam Kubis*. Kanisius. Yogyakarta. 68 p.
- Samson, R.A. 1981. Identification: entomopathogenic deuteromycetes. pp: 96-105. dalam H.D. Burges (ed.). 1981. *Microbial Control of Pests and Plant Diseases*. Acad. Press Inc. London.
- Sastrosiswojo, S. dan W. Setiawati. 1990. Biology and control of *Crocidolomia binotalis* in Indonesia. pp: 81-87. dalam N.S. Takelar. (ed.). 1990. *Proc. of the Second International Workshop Tainan*. Taiwan. 10-14 Desember.
- Setiawati, W. 1994. Status resistensi *Plutella xylostella* L. strain Lembang, Pangalengan dan Garut terhadap insektisida *Bacillus thuringiensis*. *J. Hort.* 6 (4): 387-391.
- Simoes, N. dan J.S. Rosa. 1996. Pathogenicity and host specificity of entomopathogenic nematodes. *Biocontr. Sci. Technol.* 6: 403-411.
- Soares, G.G. dan T.C. Quick. 1990. MVP, a novel bioinsecticide, for the control of diamondback moth. pp: 129-136. dalam N.S. Takelar. (ed.). 1990. *Proc. of the Second International Workshop Tainan*. Taiwan. 10-14 Desember.
- Soon, L. G. 1990. Integrated pest management of diamondback moth: practical realities. pp: 565-576. dalam N.S. Takelar. (ed.). 1990. *Proc. of the Second International Workshop Tainan*. Taiwan. 10-14 Desember.
- Sujarwo. 2000. Penggunaan pestisida oleh petani kubis di wilayah kabupaten Banjarnegara. *J. Penel. Pert. Unsoed "Agrin"*. Vol. 4 (8): 1-13.
- Sulistiyanto, D. dan R.U. Ehlers. 1996. Efficacy of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis megidis* and *H. bacteriophora* for the control of grubs (*P. horticola* and *A. contaminatus*) in golf course turf. *Biocontr. Sci. Technol.* 6:247-25
- Suyanto. 1994. *Hama Tanaman Sayuran dan Buah*. Penebar Swadaya. Jakarta. 70 p.
- Tanada, T. dan H.K. Kaya. 1993. *Insects Pathology*. Acad. Press Inc. San Diego. 346 p.
- Uhan, T. S, S. Sastrosiswojo dan I. Sulastrini. 1996. Eksplorasi nematoda sebagai pengendali hayati hama krop kubis *Crocidolomia binotalis* Zell. dan pengembangbiakannya. *Makalah Seminar Nasional Pengendalian Hayati*. UGM. 25-26 November. 5 p.
- Untung, K. 1996. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 273 p.

Wudianto, R. 1999. *Petunjuk Penggunaan Pesticida*. Penebar Swadaya. Jakarta. 144 p.

Zulham, A., N. Ilham, K.D. Sakyanu, dan C. Muslim. 1995. Analisis biaya sumber daya domestik usaha tani kubis di Sulawesi Utara. *J. Hort.* 5(4):1-8.

