



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**NEMATODA ENTOMOPATOGEN SEBAGAI KOMPONEN
MANAJEMEN DALAM PERTANIAN ORGANIK**

BIDANG KEGIATAN : PKM-GT

Diusulkan oleh :

Wiwin Widianingsih	A34053888	(2005)
Nur Asyiyah	A34054194	(2005)
Ibnu Rakhmat Ridhayat	A34061914	(2006)

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

2009

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Nematoda Entomopatogen Sebagai
Komponen Manajemen dalam Pertanian
Organik
2. Bidang Kegiatan : () PKM-AI (☒) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Wiwin Widianingsih
 - b. NIM : A34053888
 - c. Jurusan : Proteksi Tanaman
 - d. Universitas : Institut Pertanian Bogor
- 4.
- 5.

Bogor, 01 April 2009

Menyetujui

a.n. Ketua Departemen Proteksi Tanaman
Sekretaris

Ketua Pelaksana Kegiatan

(Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, MSi.)
NIP. 131 869 954

(Wiwin Widianingsih)
NRP. A34053888

Wakil Rektor Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS.)
NIP. 131 473 999

(Dr. Ir. Abdul Muin Adnan, MS.)
NIP. 130 871 922

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia -Nya kepada penulis untuk menyelesaikan karya tulis ini. Karya tulis ini memuat informasi tentang peranan nematoda entomopatogen dalam bidang pertanian organik khususnya dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Penulisan karya tulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak terkait. Ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Abdul Muin Adnan, MS. selaku dosen pembimbing.

Akhir kata, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun supaya penyusunan selanjutnya bisa lebih baik. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Amien.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
RINGKASAN	1
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	3
Tujuan	4
Manfaat	4
TELAAH PUSTAKA	
Nematoda Entomopatogen	
Morfologi dan Anatomi	5
Patologi	5
Pertanian Organik.....	7
METODE PENULISAN	
Prosedur Pengumpulan Informasi	8
Pengolahan Data	8
Analisis-Sintesis.....	8
Penarikan Kesimpulan	8
Saran dan Rekomendasi	8
PEMBAHASAN	
Keamanan Penggunaan Nematoda Entomopatogen dan Bakteri	
Simbionnya	9
Keefektifan Biopestisida Nematoda Entomopatogen dan Bakteri	
Simbionnya.	9
Perbanyakan dan Aplikasi Biopestisida dan Bakteri Simbionnya ...	11
Biopestisida Pendukung Pertanian Organik.....	13
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	15

Saran	15
DAFTAR PUSTAKA	16
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	18

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Skema penyiapan biopsetisida	
<i>Steinernema</i> secara <i>in vitro</i>	11
Gambar 2 Skema aplikasi biopestisida	13
Gambar 3 Konsep kerjasama dalam program pertanian organik	14

RINGKASAN

Indonesia merupakan negara yang terletak pada 6⁰ LU, 11⁰ LS, 97-141⁰ BT yang diapit oleh benua Asia dan Australia serta 2 samudera, yaitu samudera Pasifik dan Hindia. Letak yang strategis dan memiliki kesuburan tanah yang tinggi memungkinkan Indonesia menjadi negara yang berbasis pada pertanian. Kehilangan hasil dalam praktik budidaya pertanian terjadi karena adanya faktor serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Pengendalian OPT yang banyak dilakukan oleh petani di Indonesia adalah secara kimiawi, yaitu dengan menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik yang berlebihan memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan manusia. Dengan kondisi tersebut maka diperlukan suatu konsep pertanian yang produknya bebas dari residu pestisida, yaitu dengan pertanian organik yang didukung dengan biopestisida yang bersifat ekologis dan ekonomis.

Pertanian organik merupakan sistem produksi pertanian yang menghindari atau sangat membatasi penggunaan pupuk kimia, pestisida, zat pengatur tumbuh, dan zat aditif pakan (Gold 1999). Nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya sebagai biopestisida relatif aman digunakan, baik bagi lingkungan maupun manusia. Hal ini berbeda dengan pestisida sintetik yang berdampak buruk baik terhadap lingkungan maupun bagi manusia. Aplikasi nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya bila dibandingkan dengan aplikasi pestisida lebih dinilai efektif dan efisien untuk mengendalikan hama dan penyakit di lapangan karena menurut Fallon *et al.* (2002) nematoda entomopatogen *Steinernema* dan *Heterorhabditis* dilaporkan dapat mengendalikan nematoda parasit tumbuhan seperti *Belonolaimus*, *Tylenchorhynchus*, *Criconeematidae*, *Globodera rostochiensis* dan *Meloidogyne*. Selain itu, nematoda entomopatogen famili Steinernematidae juga dapat mengendalikan serangga hama, di antaranya adalah *Bibio* sp. *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera* spp., *Crambus simplex*, ulat tanah (*Agrotis ipsilon*), *Scotia segetum*, *Migdolus fryanus*, *Popillia japonica*, *Strigoderma arboricola*, *Anomala* spp., *Reticulitermes flavipes*, *Otiiorhynchus sulcatus*, dan hama boleng (*Cylas formicarius*) (Peters 1996). Beberapa kelebihan dari nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya dibanding agens hayati lainnya adalah dapat diaplikasikan terhadap lahan yang telah terkontaminasi oleh residu pestisida.

Perbanyakan nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara *in vitro* dan *in vivo*. Perbanyakan secara *in vitro* dilakukan dalam media buatan yang komposisi bahan – bahannya mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya. Nematoda entomopatogen tersebut dapat dipanen setelah 14 hari dan dibuat formulasi untuk dipersiapkan sebagai produk biopestisida yang siap diaplikasikan. Sementara itu, perbanyakan secara *in vivo* dapat dilakukan dengan membiakkan nematoda entomopatogen dalam inangnya, yaitu serangga *Galleria mellonella* atau inang alternatifnya, yaitu *Tenebrio molitor* di dalam suatu cawan yang telah diberi alas kertas saring. Pembiakkan secara *in vivo* nematoda entomopatogen tidak dianjurkan karena hasil yang didapatkan lebih sedikit dibanding dengan perbanyakan secara *in vitro*. Aplikasi biopestisida nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya harus dilakukan secara terus-menerus

karena menurut Grewal *et al.* (1999) bahwa alelopati nematoda entomopatogen dalam menekan nematoda parasit tumbuhan dapat tercapai dengan aplikasi secara inundasi.

Pencanangan pemerintah tentang program pertanian organik menandakan semakin perlunya faktor-faktor input pertanian menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan. Akan tetapi mayoritas petani di Indonesia belum paham akan adanya program pertanian organik yang dicanangkan pemerintah tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan suatu konsep kerjasama yang melibatkan tiga pelaku, yaitu ilmuwan atau swasta, masyarakat, dan pemerintah.

Peranan biopestisida pada budidaya pertanian organik adalah sebagai faktor pendukung dalam pengendalian hama-penyakit tanaman karena biopestisida yang diekplorasi dan dieksploitasi merupakan hasil dari sumber daya lokal di daerah sekitar pertanian organik tersebut.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak pada 6⁰ LU, 11⁰ LS, 97-141⁰ BT yang diapit oleh benua Asia dan Australia serta 2 samudera, yaitu samudera Pasifik dan Hindia. Letak yang strategis dan memiliki kesuburan tanah yang tinggi memungkinkan Indonesia menjadi negara yang berbasis pada pertanian. Luas lahan pertanian Indonesia mencapai 107 juta hektar dari total luas daratan yang mencapai 192 juta hektar (Puslitbangtanak 2001 dalam Mappaona 2006), sedangkan yang digunakan untuk lahan pertanian organik sekitar 40.000 hektar (Husnain *et al* 2005).

Dengan luas lahan pertanian yang ada, seharusnya Indonesia menjadi negara pengekspor produk – produk pertanian akan tetapi yang terjadi malah sebaliknya. Kondisi ini terjadi karena adanya faktor penghambat dalam praktik budidaya pertanian, salah satunya adalah adanya serangan hama dan penyakit tanaman (HPT). Serangan HPT secara signifikan menyebabkan kehilangan hasil, contohnya yang terjadi di Desa Langgar, Kecamatan Kejobong, Kabupaten Purbalingga yang menyebabkan 70% area tanam lada hancur akibat penyakit busuk akar (Dharmawan 2006). Luas serangan hama dan penyakit pada tanaman padi tiap tahunnya mencapai 124.000 ha (tikus), 80.127 ha (penggerek batang), 28.222 ha (wereng coklat), 12.078 ha (penyakit tungro) dan 9.778 ha (penyakit blas) dengan kehilangan hasil mencapai 212.948 ton tiap musim tanam (Soetarto *et al* 2001 dalam Anonim 2006).

Berbagai pengendalian telah banyak dilakukan oleh masyarakat, yaitu dengan kultur teknis, fisik–mekanis, kimiawi, dan biologis serta pengendalian hama terpadu (PHT) yang merupakan gabungan dari berbagai aspek pengendalian. Pengendalian HPT yang banyak dilakukan oleh petani di Indonesia adalah secara kimiawi, yaitu dengan menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik yang berlebihan memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan manusia. Dampak negatif penggunaan pestisida sintetik adalah mengakibatkan keseimbangan alam terganggu, meninggalkan residu yang sulit didegradasi oleh alam, menimbulkan hama resisten dan hama sekunder, serta

dapat membunuh organisme yang menguntungkan. Residu pestisida di dalam tanah dapat meracuni organisme nontarget, terbawa sampai ke sumber-sumber air dan meracuni lingkungan sekitar dan dapat terbawa sampai pada mata rantai kehidupan. Menurut Gold (1999) penggunaan pestisida mengakibatkan lebih dari 400 jenis serangga dan tungau hama serta 70 jenis cendawan patogen menjadi resisten terhadap pestisida. Dampak lain adalah terbunuhnya organisme menguntungkan, sehingga terjadi penurunan keragaman dan kelimpahan komunitas suatu ekosistem pertanian.

Residu pestisida dalam produk pertanian merupakan isu penting bagi negara maju. Sebagai salah satu contoh adalah Jepang yang menolak masuk ekspor buah-buahan dari negara lain karena tingkat residu pestisida dalam buah-buahan tersebut tinggi. Dengan kondisi tersebut maka diperlukan suatu konsep pertanian yang produknya bebas dari residu pestisida, yaitu dengan pertanian organik yang didukung dengan biopestisida yang bersifat ekologis dan ekonomis.

Tujuan

Tujuan dari penulisan karya tulis ini adalah untuk memberikan informasi tentang hal-hal yang berkaitan dengan nematoda entomopatogen beserta bakteri simbiotiknya dalam mendukung konsep pertanian organik.

Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari karya tulis ini adalah sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil kebijakan dalam penggunaan nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya.

METODE PENULISAN

Prosedur Pengumpulan Informasi

Sumber penulisan berupa data dan informasi didapatkan dari media cetak berupa buku teks dan jurnal ilmiah, sedangkan dari media elektronik berupa jurnal ilmiah, surat kabar, dan informasi secara *on lines* dari situs – situs di dalam dan luar negeri.

Pengolahan Informasi

Data berupa informasi yang didapat dari literatur, dikumpulkan, dianalisis-sintesis, kemudian diambil kesimpulan serta dirumuskan untuk dipaparkan dalam penulisan karya tulis ini.

Analisis-Sintesis

Analisis permasalahan didasarkan pada data dan/atau informasi yang diperoleh melalui telaah pustaka, kemudian disintesis untuk menghasilkan alternatif model pemecahan masalah yang ada.

Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan merupakan poin penting yang diambil dari karya tulis yang dipaparkan. Dengan menganalisis permasalahan yang ada sehingga menjawab tujuan.

Perumusan Saran dan Rekomendasi

Saran dan rekomendasi yang dipaparkan dalam karya tulis ini berdasarkan pada informasi dari berbagai sumber penulisan, kemudian dirangkum.

TELAAH PUSTAKA

Nematoda Entomopatogen

Morfologi dan Anatomi

Nematoda pada umumnya tubuh berbentuk seperti cacing, transparan, panjang dan agak silindris, dan diselubungi oleh kutikula non seluler yang elastis. Nematoda memiliki sistem syaraf, sistem pencernaan dan sistem reproduksi. Sistem pencernaan terdiri dari stoma, esofagus yang terdiri atas corpus (*procorpus* dan *metacarpus*), *isthmus* dan *basal bulbs*, usus, rektum dan anus. Nematoda entomopatogen umumnya tidak memiliki stilet (Tanada & Kaya 1993).

Jenis kelamin nematoda biasanya terpisah. Jantan memiliki sistem reproduksi yang berkembang masuk ke rektum dan membentuk kloaka. Jantan dewasa dicirikan dengan keberadaan satu atau dua testis dan spikula yang bergabung dengan kloaka, sedangkan betina sistem reproduksinya tersusun atas satu atau dua ovari dan vulva yang terletak ventral (Tanada & Kaya 1993).

Nematoda entomopatogen yang berpotensi dalam pengendalian serangga hama dikembangkan terdiri atas dua famili, yaitu famili Steinernematidae yang terdiri atas dua genus, yaitu *Steinernema* dan *Neosteinerema* dan famili Heterorhabditidae yang memiliki satu genus, yaitu *Heterorhabditis*. Genus *Steinernema* terdiri atas 25 spesies, genus *Neosteinerema* hanya memiliki satu spesies, yaitu *N. longicurvicauda* dan genus *Heterorhabditis* terdiri atas 9 spesies (Adams dan Nguyen 2002). Perbedaan antara kedua famili tersebut adalah dalam perkembangannya sampai menjadi stadia infeksi.

Patologi

Spesies nematoda entomopatogen famili Steinernematidae dan Heterorhabditidae dicirikan dengan hubungan simbiosis mutualistik dengan bakteri genus *Xenorhabdus* untuk *Steinernema* spp. (Poinar 1990), dan *Photorhabdus* untuk *Heterorhabditis* spp. (Boemare *et al.* 1993). *Xenorhabdus* terdiri dari lima spesies, yaitu *X. nematophilus*, *X. bovienii*, *X. poinarii*, *X. beddingii*, dan *X. japonica* dan *Photorhabdus* hanya memiliki satu spesies, yaitu *P. luminescens* (Akhurst & Boemare 1998). Beberapa keuntungan dari simbiosis

tersebut adalah bakteri dapat mematikan serangga inang dengan cepat, menyediakan nutrisi yang cocok, dan membuat lingkungan yang cocok bagi perkembangan dan reproduksi nematoda (Kaya *et al.* 1993).

Bakteri simbiosis mampu memproduksi senyawa antimikroba seperti antibiotik, bakteriosin, dan fages yang dapat menghambat perkembangan mikroorganisme sekunder yang ada di dalam tubuh serangga inang (Boemare 1996). Selama perbanyakan nematoda, cadangan makanan di dalam bangkai serangga menurun sampai terbentuk *dauer juvenil*, kemudian bakteri disimpan kembali oleh *dauer juvenil* (Ehlers 1996).

Gejala dan tanda serangga yang terinfeksi nematoda dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu efek internal, eksternal dan perilaku. Gejala umum yang terjadi adalah serangga akan berhenti bergerak dan makan, lalu terjadi perubahan warna. Kematian serangga akan terjadi secara septisemia dalam waktu beberapa jam sampai tiga hari tergantung temperatur dan spesies nematoda (Burman 1982 dalam Perez & Lewis 2003).

Secara komersial, *Steinernema* dan *Heterorhabditis* telah digunakan sebagai pengendali hama penghuni tanah *Heterorhabditis* kadang-kadang lebih mematikan dan mempunyai kisaran inang yang lebih luas dari pada *Steinernema* karena dapat melakukan penetrasi langsung terhadap inang (Kaya & Graugler 1993). Keberhasilan penetrasi langsung ini juga terjadi karena adanya proses enzimatik, yaitu nematoda menghasilkan enzim proteolitik (*protease*) yang mampu mendegradasi susunan kutikula juvenil infeksius (JI) yang berhasil memasuki inang kemudian akan melepaskan kutikulanya (*exsheating*) (Boemare 1996).

Pada proses infeksi serangga JI dapat masuk melalui lubang-lubang alami, seperti spirakel, mulut dan anus, serta penetrasi langsung dengan cara menerobos kutikula dengan menggunakan bibir (Kaya & Graugler 1993). JI masuk ke hemokol inang dengan membawa bakteri spesifik dalam ususnya kemudian melepaskan bakteri simbiosis yang kemudian berkembang biak dengan cepat serta menghasilkan endotoksin dan eksotoksin yang membunuh inang (Doeds 1998). Senyawa antimikroba ini mampu menghasilkan lingkungan yang sesuai untuk reproduksi nematoda dan bakteri simbiosisnya sehingga mampu menurunkan dan

mengeliminasi populasi mikroorganisme lain yang berkompetisi mendapatkan sumber makanan di dalam serangga mati (Burnell dan Stock 2000). Keadaan demikian memungkinkan nematoda entomopatogen menyelesaikan siklus perkembangannya dan meminimalkan terjadinya pembusukan serangga inangnya (Burnell dan Stock 2000).

Pertanian Organik

Menurut *United States Department of Agriculture* (USDA) pertanian organik adalah sistem produksi pertanian yang menghindari atau sangat membatasi penggunaan pupuk kimia, pestisida, zat pengatur tumbuh, dan zat aditif pakan (Gold 1999). Oleh karena itu, budidaya tanaman yang berwawasan lingkungan adalah suatu budidaya pertanian yang direncanakan dan dilaksanakan dengan memperhatikan kondisi dan kelestarian lingkungan hidup, dengan demikian sumber daya alam dalam lingkungan hidup dapat dimanfaatkan sebaik mungkin sehingga kerusakan dan kemunduran lingkungan dapat dihindari, serta daya guna sumber daya alam dan lingkungan hidup dapat dilestarikan.

Sementara itu, menurut Anonim (2006) definisi pertanian organik adalah suatu pendekatan pertanian yang tujuannya adalah menciptakan keterpaduan antara manusia, lingkungan, dan secara ekonomis menghasilkan sistem pertanian yang berkelanjutan. Kesadaran maksimum dalam pertanian organik ditujukan pada sumber daya lokal yang dapat diperbaharui, manajemen ekologis-biologis, interaksi tingkat penerimaan hara tanaman, persediaan pangan, perlindungan tanaman gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), serta pengurangan penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya.

PEMBAHASAN

Keamanan Penggunaan Nematoda Entomopatogen dan Bakteri Simbionnya

Nematoda entomopatogen dan bakteri simbionnya sebagai biopestisida relatif aman digunakan, baik bagi lingkungan maupun manusia. Berbeda dengan pestisida sintetik yang berdampak buruk baik terhadap lingkungan maupun bagi manusia. Contoh nyata dampak buruk pestisida sintetik dikemukakan oleh Brochard (2001) bahwa sebanyak 917 pekerja di perkebunan anggur mengalami gangguan syaraf psikologis, yaitu 528 orang yang mengaplikasikan pestisida sintetik, 173 orang bersentuhan langsung dengan tanaman yang diaplikasi pestisida, dan 216 orang yang berada di wilayah perkebunan tersebut.

Kaya dan Gaugler (1993 dalam Lacey *et al.* 2001) mengemukakan bahwa nematoda entomopatogen tidak dapat menyerang manusia, tanaman, hewan vertebrata, dan banyak hewan avertebrata. Sementara itu, Akhurst dan Smith (2002) mengemukakan bahwa infeksi nematoda entomopatogen pada avertebrata bukan sasaran sangat terbatas, dan hanya dilaporkan pada percobaan di laboratorium dengan jumlah nematoda entomopatogen yang sangat banyak, sedangkan dalam lingkungan alamiah kejadian tersebut belum pernah dilaporkan.

Pada beberapa pengujian dilaporkan bahwa nematoda entomopatogen tidak dapat menginfeksi katak, kadal, mencit, tikus, *Guinea pig*, kelinci, ayam, ikan, dan monyet serta manusia (Akhurst dan Smith 2002). Contoh paling nyata adalah sebanyak 75 orang yang bekerja pada perbanyakan nematoda entomopatogen selama periode 12 tahun dan pekerja di laboratorium yang melakukan penelitian tentang nematoda entomopatogen lebih dari 20 tahun tidak pernah dilaporkan terinfeksi oleh nematoda entomopatogen (Bedding 2000 dalam Akhurst dan Smith 2002) Oleh karena itu penggunaan nematoda entomopatogen ini aman bagi lingkungan dan manusia.

Keefektifan Biopestisida Nematoda Entomopatogen dan Bakteri Simbionnya

Suatu formulasi Pestisida yang diperdagangkan umumnya hanya direkomendasikan untuk golongan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) saja, sedangkan gangguan OPT di suatu lapangan tidak hanya oleh satu jenis,

melainkan oleh beberapa jenis secara bersamaan dalam suatu areal tanam dalam waktu yang bersamaan. Dengan keadaan tersebut, petani harus mengeluarkan biaya yang banyak untuk membeli beberapa formulasi pestisida dalam satu waktu aplikasi sehingga banyak petani yang mencampurkan lebih dari satu formulasi pestisida. Hal ini dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan lebih besar lagi. Sementara itu, apabila menggunakan nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya maka hanya perlu satu aplikasi saja untuk mengendalikan hama dan penyakit di lapangan karena menurut Fallon *et al.* (2002) nematoda entomopatogen *Steinernema* dan *Heterorhabditis* dilaporkan dapat mengendalikan nematoda parasit tumbuhan seperti *Belonolaimus*, *Tylenchorhynchus*, *Criconeematidae*, *Globodera rostochiensis* dan *Meloidogyne*. Selain itu, nematoda entomopatogen famili Steinernematidae juga dapat mengendalikan serangga hama, di antaranya adalah *Bibio* sp. *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera* spp., *Crambus simplex*, ulat tanah (*Agrotis ipsilon*), *Scotia segetum*, *Migdolus fryanus*, *Popillia japonica*, *Strigoderma arboricola*, *Anomala* spp., *Reticulitermes flavipes*, *Otiorynchus sulcatus*, dan hama boleng (*Cylas formicarius*) (Peters 1996).

Beberapa kelebihan dari nematoda entomopatogen dan bakteri simbiotiknya dibanding agens hayati lainnya adalah dapat diaplikasikan terhadap lahan yang telah terkontaminasi oleh residu pestisida seperti yang dikemukakan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Senyawa kimia yang kompatibel dengan *Steinernema carpocapsae* (Georgis dan Poinar 1994 dalam Georgis dan Kaya 1998)

Senyawa	Kelas Kimia
a. Biopestisida	Azatin, <i>Bacillus thuringiensis</i> , Asam lemak
b. Penghambat pertumbuhan serangga	Diflubenzuron, Fenoxycarb, kinoprene, Methoprene
c. Insektisida	Acephate, Bifenthrin, Carbaryl, Cyfluthrin, Diazinon, Endosulfan, Esfenvalerate, Etridiazole, Isofenphos, Malathion, Methidation, Trichlorfon
d. Fungisida	Benomyl, Bromine-chlorine, Chlorothalonil, Copper hydroxyde, Fosetyl-Al, Iprodione, Metalaxyl, Oryzalin, Oxazoidinedione, Pentachloronitrobenzene, Thiophanate-methyl,

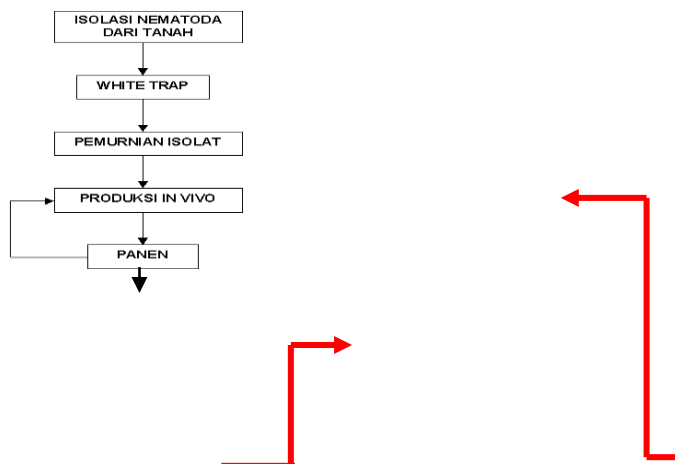
	<i>Triademefon</i>
e. Herbisida	<i>Chlorthal dimethyl, Glyphosate</i>
f. Mitisida/ Acarisida ^{*)}	<i>Dienochlor</i>
g. Fertiliser ^{*)}	Kebanyakan kompatibel dengan nematoda
h. Insektisida ^{*)}	<i>Bendiocarb, Chlorpyrifos</i>
i. Fungisida ^{*)}	<i>Qnilazine, Dimethyl benzyl ammonium chloride, Fenarimol, Mercurous chloride</i>
j. Insektisida ^{**)}	<i>Ethtroprop, Isazophos</i>
k. Nematisida ^{**)}	<i>Fenamiphos</i>

^{*)} Tidak berpengaruh terhadap *Steinernema* spp. setelah 1 minggu aplikasi pestisida

^{**)} Tidak berpengaruh terhadap *Steinernema* spp. setelah 2 minggu aplikasi pestisida

Perbanyakan dan Aplikasi Biopestisida dan Bakteri Simbionnya

Nematoda entomopatogen dan bakteri simbionnya sebelum diaplikasikan perlu diperbanyak dahulu. Perbanyakan nematoda entomopatogen dan bakteri simbionnya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara *in vitro* dan *in vivo*. Perbanyakan secara *in vitro* dilakukan dalam media buatan yang komposisi bahan – bahannya mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh nematoda entomopatogen dan bakteri simbionnya. Berikut adalah bagan alir dari kegiatan penyiapan biopestisida secara *in vitro* menurut Harahap (2006);



Gambar 1 Skema penyiapan biopestisida *Steinernema* secara *in vitro*

Pembuatan media diawali dengan memasak bahan-bahan sampai mengental, kemudian memasukan media kedalam spons ukuran 2x2 cm (36 gram) yang diremas supaya media meresap kedalam spons dan dimasukkan kedalam erlenmeyer, selanjutnya ditutup dengan menggunakan kapas dan kertas serta

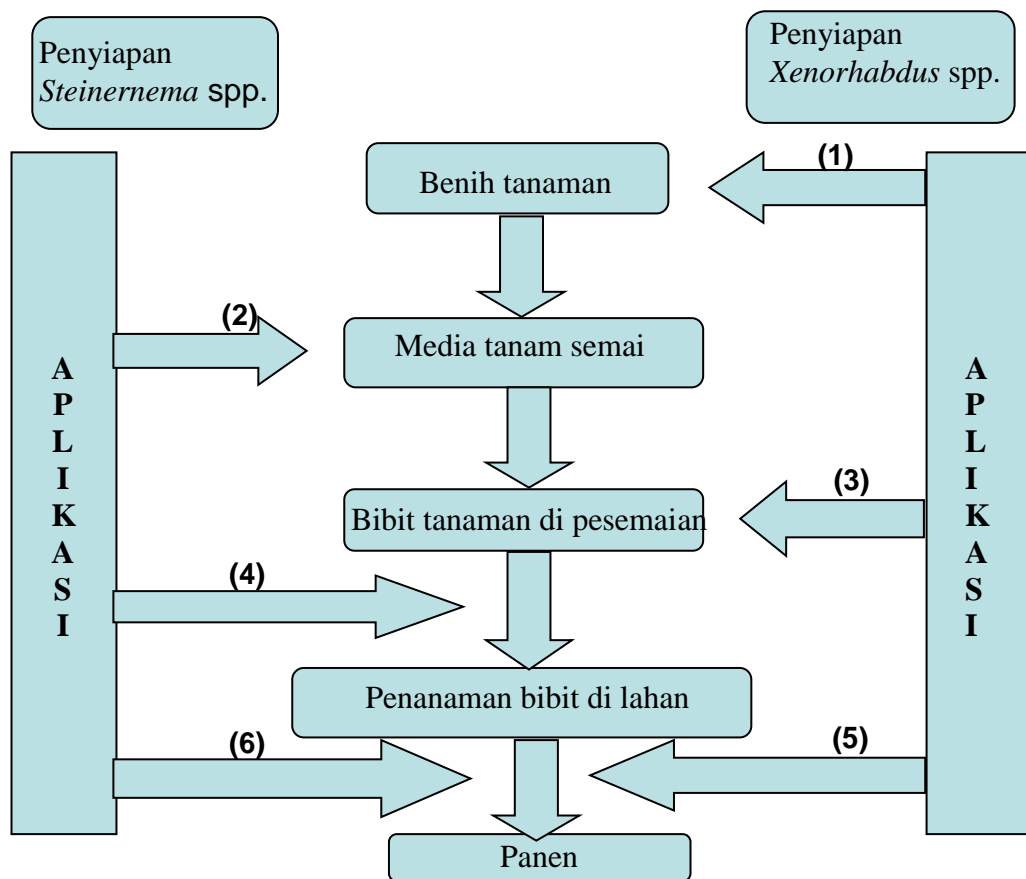
diikat dengan karet gelang. Media yang telah dipersiapkan tadi selanjutnya disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada 121⁰ C dan tekanan 1,5 atm selama 2 jam.

Media yang telah disterilkan diinokulasikan bakteri simbion. Setelah 24 jam kemudian diinokulasikan dengan nematoda entomopatogen. Nematoda entomopatogen tersebut dapat dipanen setelah 14 hari dan dibuat formulasi untuk dipersiapkan sebagai produk biopestisida yang siap diaplikasikan.

Sementara itu, perbanyakan secara *in vivo* dapat dilakukan dengan membiakkan nematoda entomopatogen dalam inangnya, yaitu serangga *Galleria mellonella* atau inang alternatifnya, yaitu *Tenebrio molitor* di dalam suatu cawan yang telah diberi alas kertas saring. Pembiakkan secara *in vivo* nematoda entomopatogen tidak dianjurkan karena hasil yang didapatkan lebih sedikit dibanding dengan perbanyakan secara *in vitro*.

Biopestisida yang telah disiapkan berupa nematoda entomopatogen dan bakteri simbionnya. Benih tanaman direndam dalam suspensi bakteri simbion *Xenorhabdus* spp. selama 10 menit dan dilakukan penyiraman media semai dengan suspensi *Steinernema* spp. Hal ini diharapkan benih dan media semai terbebas dari hama dan penyakit yang menyerang pada awal musim tanam.

Perlakuan selanjutnya dilakukan terhadap bibit dan tanah media tanam. Perlakuan pada bibit dengan melakukan perendaman ke dalam suspensi bakteri selama 10 menit, perlakuan tanah dilakukan dengan penyemprotan *Steinernema* spp pada media tanah media tanam. Pemeliharaan selanjutnya dilakukan penyemprotan suspensi bakteri dan *Steinernema* spp. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:

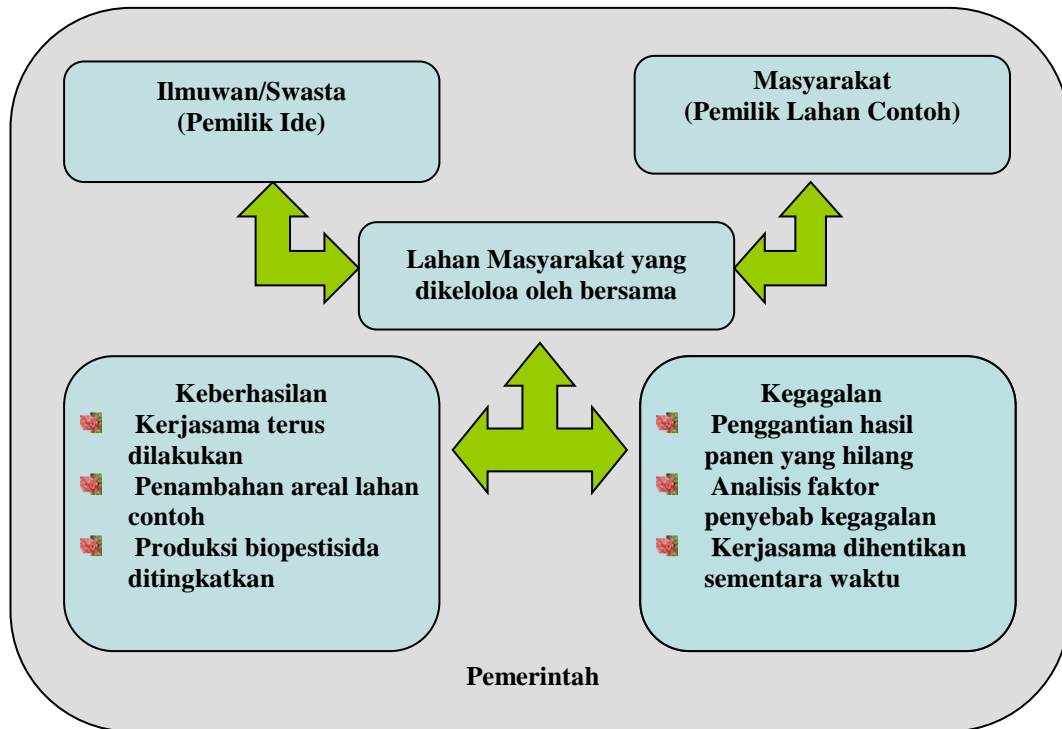


Gambar 2 Skema aplikasi biopestisida

Aplikasi biopestisida nematoda entomopatogen dan bakteri simbiornya harus dilakukan secara terus-menerus karena menurut Grewal *et al.* (1999) bahwa alelopati nematoda entomopatogen dalam menekan nematoda parasit tumbuhan dapat tercapai dengan aplikasi secara inundasi.

Biopestisida Pendukung Pertanian Organik

Pencanangan pemerintah tentang program pertanian organik menandakan semakin perlunya faktor-faktor input pertanian menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan. Akan tetapi mayoritas petani di Indonesia belum paham akan adanya program pertanian organik yang dicanangkan pemerintah tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan suatu konsep kerjasama yang melibatkan tiga pelaku, yaitu ilmuwan atau swasta, masyarakat, dan pemerintah. Konsep tersebut dituangkan dalam gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3 Konsep kerjasama dalam program pertanian organik

Kapasitas pemerintah dalam konsep tersebut adalah sebagai pengawas dan pelindung kegiatan pertanian organik. Apabila terjadi penyimpangan prosedur, maka harus ada koreksi langsung dari pemerintah karena bagaimanapun juga pemerintah sebagai penggagas program pertanian organik tersebut. Dengan adanya pengawasan dan perlindungan dari pemerintah tersebut diharapkan pengananaan pertanian organik di Indonesia segera tercapai.

Peranan biopestisida pada budidaya pertanian organik adalah sebagai faktor pendukung dalam pengendalian hama-penyakit tanaman karena biopestisida yang diekplorasi dan dieksploitasi merupakan hasil dari sumber daya lokal di daerah sekitar pertanian organik tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan informasi yang dikemukakan oleh para peneliti, nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya dapat berperan menjadi biopestisida yang dapat menunjang suatu pertanian organik. Sebagai salah satu contoh adalah *Steinernema* dan *Heterorhabditis* yang telah dilaporkan dapat mengendalikan nematoda parasit tumbuhan. Aplikasi nematoda entomopatogen terhadap Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) lebih efektif dibandingkan suatu formulasi pestisida sehingga dapat dirumuskan nematoda entomopatogen dapat menjadi salah satu komponen manajemen dalam pertanian organik.

Saran

Aplikasi nematoda entomopatogen dan bakteri simbiannya dapat menjadi salah satu faktor pendukung dalam pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman(OPT) pada budidaya pertanian organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams BJ, Nguyen KB. 2002. Taxonomy and Systematic. Di dalam: Randy Gaugler, editor. *Entomopathogenic Nematology*. New York: CABI Publishing. Hlm: 1- 34.
- Akhurst RJ, Boemare ME. 1998. Biology and taxonomy of *Xenorhabdus*. Di dalam: Graugler R, Kaya HK, editor. *Entomopathogenic nematode in biological control*. Boca Raton: CRC Press. hlm 75-87.
- Akhurst R, Smith K. 2002. Regulation and Safety. Di dalam: Graugler R, Kaya HK, editor. *Entomopathogenic nematode in biological control*. Boca Raton: CRC Press. hlm 311-332.
- Anonim. 2006. Pengendalian Terpadu Hama – Penyakit Padi. <http://balitpa.litbang.deptan.go.id/index.php?page=inovasi> [3 Agustus 2006]
- Anonim. 2006. What is Organic Farming ?. <http://www.wirs.aber.ac.uk/research/organics/define.html>
- Anonim. 2006. Banned Pesticides. <http://thailand.ipm-info.org> [5 April 2007].
- Brochard P. 2001. Neuropsychologic effects of long-term exposure to pesticides: results from the French phytoner study. <http://www.encyclopedia.com>. [5 April 2007]
- Burnell AM, Stock SP. 2000. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbiont- lethal pathogens of insect. *Nematology* 2(1): 31- 42.
- Dharmawan L. 1 Agustus 2006. Serangan Akar Busuk Matikan Puluhan Hektar tanaman Lada di Purbalingga. <http://www.media-indonesia.com/berita.asp?id=107580> [3 Agustus 2006]
- Doeds BCA. 1998. Bacterial virulence mechanism. Di dalam: Simoes N, Boemare N, Ehlers RU, editor. *Pathogenicity of entomopathogenic nematode versus insect defence mechanism: impact on selection of virulent strains*. Italy: European cooperation in the field of scientific and technical reaserch. COST 819. hlm 9-16.
- Ehlers RU. 1996. Current and future use nematodes in biocontrol-practice and comercial aspects with rugard to regulatory policy issues. *Biocontrol Sci and Technol* 6(3): 303-316.
- Fallon DJ, Kaya HK, Gaugler R, Sipes BS. 2002. Effect of entomopathogenic nematodes on *Meloidogyne javanica* on Tomatoes and Soybeans. *Journal of Nematology* 34 (3):239-245.
- Gold, Merry V. September 1999. Sustainable Agriculture: Definitions and Terms http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb9902.htm.
- Granatstein, David. July 2002. Organic Farming Continues to Expand. <http://aenews.wsu.edu>
- Grewal PS, Lewis EE, Sudha Venkatachari. 1999. *Alelopathy: A Possible Mechanism Of Suppression Of Plant-Parasitic Nematodes By*

Entomopathogenic Nematodes. [http://www.springerlink.com/\(vkpmal55igubci2em4k0zb45\)/app/home/contribution.asp?referrer=parent&backto=issue,8,15;journal](http://www.springerlink.com/(vkpmal55igubci2em4k0zb45)/app/home/contribution.asp?referrer=parent&backto=issue,8,15;journal) [31 Maret 2006].

Husnain, Syahbudin H, Setyorini D. 2005. Mungkinkah Pertanian Organik di Indonesia? Peluang dan Tantangan. <http://io.ppi-jepang.org/article.php?id=80> [3 Agustus 2006]

Kaya HK, Graugler R. 1993. Entomopathogenic nematode. *Annu Rev Entomol* 38: 181-206.

Kaya HK, Bedding RA, Akhrust RJ. 1993. An over view of insects parasitic and entomopathogenic nematodes. Dalam: Bedding RA, Akhrust RJ, Kaya HK, editors. Nematodes and the biological control of insect pest. Australia: CSIRO. Hlm 1-4.

Lacey LA, Frutos R, Kaya H K, dan Vail P. 2001. Viability of Insect Pathogens as Biological Control Agents. <http://www.adobe.com/prodindex/acrobat/readstep.html>.

Mappaona. 16 Juni 2006. Sumber Daya Lahan untuk Revitalisasi Pertanian. http://www.republika.co.id/koran_detail.asp?id=201754&kat_id=16&kat_id1=&kat_id2. [3 Agustus 2006]

Peters A. 1996. The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect population. *Biocontrol science and Technology* Vol 6(3):389-403.

Poinar GO Jr. 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. Dalam; Graugler R, Kaya HK, editors. Entomopathogenic nematode in biological control. Boca Ratton: CRC Press Inc. hlm 23-58.

Perez EE, Lewis EE.. 2003. Suppression *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* with entomopathogenic nematodes on peanuts and tomatoes. *Biological Control* 30:336- 341.

Tanada Y, Kaya HK. 1998. Insect Pathology. New York: Academic Press, Inc. hlm 459-483.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis I

1.	Nama lengkap	:	Wiwin Widianingsih
2.	Tempat, tanggal lahir	:	Kuningan, 14 Maret 1987
3.	Alamat asal	:	Komplek Caracas Permai Blok A2 No.11 Cilimus, Kuningan 45556
4.	Alamat sekarang	:	Bara IV No. 107
6.	Alamat e-mail	:	Win_chacha01@yahoo.com
8.	Karya ilmiah	:	
	1. "Survei Nematoda Parasit pada Tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L.) di Kecamatan Pangalengan dan Sindangkerta, Kabupaten Bandung, Jawa Barat" dalam PKM-Penulisan Ilmiah 2007 2. "Teknik Budidaya Undur-Undur (Neuroptera: Myrmeliontidae): Penyedia Bahan Baku Obat Alami Diabetes Mellitus" dalam PKM-Penelitian 2007		

Penulis II

1.	Nama lengkap	:	Nur Asyiyah
2.	Tempat, tanggal lahir	:	Indramayu, 8 Februari 1986
3.	Alamat asal	:	Jl. Raya Kedokanbunder Wetan Blok Gupala RT/RW 03/01 No.813 45283
4.	Alamat sekarang	:	Balio
6.	Alamat e-mail	:	Ya2himutz_2006@yahoo.com
8.	Karya ilmiah	:	
	1. "Teknik Budidaya Undur-Undur (Neuroptera: Myrmeliontidae): Penyedia Bahan Baku Obat Alami Diabetes Mellitus" dalam PKM-Penelitian 2007		

Penulis III

1.	Nama lengkap	:	Ibnu Rakhmat Ridhayat
2.	Tempat, tanggal lahir	:	Jakarta, 17 September 1988
3.	Alamat asal	:	Pondik Gede Permai Blok A3 No. 23 Rt 5 Rw 10 17424
4.	Alamat sekarang	:	Pondok Full house, Balebak
6.	Alamat e-mail	:	Babee_p30t@yahoo.com
8.	Karya ilmiah	:	
	1. “Pengaruh penerapan ambang kendali terhadap kelimpahan populasi hama dan musuh alami pada tanaman kedelai” dalam PKM-AI 2009		