



TEKNOLOGI PENGENDALIAN DAN APLIKASI BIOLOGI

Akhmad Rizali

PROGRAM STUDI AGROKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU 2023



TEKNOLOGI PENGENDALIAN DAN APLIKASI BIOLOGI

Penulis:
Akhmad Rizali
Editor
Hasrul Satria Nur

PENERBIT:

Diterbitkan oleh: Lambung Mangkurat University Press, 2023
d/a Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM
Lantai 2 Gedung Perpustakaan Pusat ULM
Jl. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin 70123
Telp/Fax. 0511 - 3305195
ANGGOTA APPTI (004.035.1.03.2018)
Hak cipta dilindungi oleh Undang Undang
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa
izin tertulis dari Penerbit, kecuali
untuk kutipan singkat demi penelitian ilmiah dan resensi
I - XIV + 111 hal, 15,5 × 23 cm
ISBN : ...

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan untuk dapat menyelesaikan buku berjudul Taknologi Pengendalian dan Aplikasi Biologi. Buku ini merupakan salah satu buku yang penulis harapkan mampu menghapus dahaga para akademisi maupun mahasiswa yang berkecimpung agen biologi atau produk-produk alam. Buku ini memaparkan mengenai Penggunaan Agensia dari alam yang terusun dari hewan, tumbuhan, bakteri dan mineral, yang dimulai dari pengertian Bahaya Pestisida Bagi Kesehatan Manusia, Efek Negatif Pestisida Bagi Kesehatan, Dampak Negatif Pestisida Terhadap Lingkungan Pertanian. Strategi pemanfaatan, pengendalian. Perlu diketahui bersama bahwa produk-produk alam ini adalah sejenis hewan, tanaman, bakteri dan mineral yang dapat mengendalikan serangga. Sehingga buku ini menyajikan pembahasan yang sangat luas mengenai pengendalian aplikasi hayati pada mikroorganismen yang bermanfaat bagi pengguna.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang sangat membantu dalam

pembuatan buku ini, khususnya kepada seluruh staf pendidik dan kependidikan di Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, serta umumnya pada seluruh staf pendidik dan kependidikan di Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Terimakasih yang sangat mendalam juga penulis haturkan kepada seluruh keluarga penulis yang telah memberikan dorongan dan motivasi agar terus menyelesaikan buku ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada para pembaca dan memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam buku ini. Penulis juga menerima masukan-masukan yang bermanfaat dari para pembaca guna meningkatkan kualitas dari buku ini sehingga mampu lebih berkontribusi lebih besar bagi perkembangan dunia tanaman yang dapat mengendalikan Serangga hama pada masa yang akan datang.

Banjarbaru, Agustus 2023

Penulis

KATA PENGANTAR EDITOR

Buku tentang “Teknologi Pengendalian dan Aplikasi Biologi”, merupakan salah satu kelompok buku referensi yang menarik untuk dijadikan sebagai buku pelengkap (*supplementary book*) dan atau sebagai buku pengayaan (*enriched book*) bagi khalayak sasaran pembaca untuk kategori berdasarkan tingkat pendidikan lanjut, seperti halnya untuk program pasca sarjana, yaitu program Magister.

Ide pembuatan buku ajar ini sebenarnya sangat sederhana, selama beberapa bulan berkarya untuk mempersiapkan membuat buku ajar dengan judul **Teknologi pengendalian dan aplikasi biologi**, buku ini nantinya banyak bersentuhan dengan banyak orang, terutama mahasiswa, akademisi dan pembaca pada umumnya.

Saya sebagai editor menyambut baik dengan terbitnya buku ini yang nantinya banyak membantu semua pihak yang memerlukannya, dengan melihat isi dan membacanya buku tersebut saya sebagai seorang dibidang peneliti agensia hayati, dan nabati sangat mendukung sekali terbitnya buku ini, karena masih sangat kurang informasi mengenai penggunaan bakteri dan tanaman yang bisa digunakan sebagai insektisida dimasa yang akan

datang.

Harapan saya mudah-mudahan nantinya buku ini bisa mendapat sambutan dilingkungan akademisi, dan bermanfaat bagi yang memerlukannya. Akhir kata, selamat menikmati buku yang pastinya jauh dari kesempurnaan ini, dalam waktu yang amat singkat, kesempurnaan bukanlah sesuatu yang dicari oleh para pembuat buku ini, yang penting, temukan dan nikmatilah semangat yang ada dalam tulisan dan penulisnya.

Banjarbaru, Agustus 2023

Editor,

Hasrul Satria Nur

SINOPSIS

Teknologi pengendalian dengan aplikasi biologi pada prinsipnya adalah suatu pengendalian yang menggunakan agensia hayati dengan memanfaatkan mikro organisme, seperti jamur, bakteri, virus, rikechiae dan nemtoda. Setiap makhluk hidup menjadi penyusun dan pelaku terbentuknya suatu komunitas yang mampu mengatur dirinya sendir secara alami sehingga terjadi keseimbangan numerik antara semua unsur penyusun komunitas. Setiap aktifitas organisme dalam suatu keterikatan dan ketergantungan yang rumit yang menghasilkan komunitas yang stabil.

Interaksi antara organisme tersebut dapat bersifat antagonistik, kompetitif, atau bersifat simbiotik. Ekosistem adalah kesatuan komunitas bersama-sama dengan sistem abiotik yang mendukungnya. Sebagai contoh adalah ekosistem pertanian sawah dibentuk oleh komunitas makhluk hidup bersama-sama dengan tanah, air, udara, dan unsur-unsur fisik lain yang terdapat di sawah tersebut. Konsep ekosistem seperti biofer menekankan hubungan dan saling ketergantungan yang tetap antara faktor-faktor hidup dan tak hidup di setiap lingkungan. Akhir-akhir ini disadari bahwa pemakaian pestisida,

khususnya pestisida sintetis ibarat pisau bermata dua. Dibalik manfaatnya yang besar bagi peningkatan produksi pertanian, terselubung bahaya yang mengerikan. Tak bisa dipungkiri, bahaya pestisida semakin nyata dirasakan masyarakat, terlebih akibat penggunaan pestisida yang tidak bijaksana. Kerugian berupa timbulnya dampak buruk penggunaan pestisida, karena semakin banyaknya penggunaan pestisida sehingga menyebabkan predator atau parasitoid organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi mati sehingga perlu dilakukan suatu tindakan yang mampu mengendalikan hama namun tidak merusak lingkungan dan tidak mematikan dari predator atau parasitoid, sehingga muncul pemikiran baru yaitu pengendalian hayati.

Pengendalian hayati adalah pengendalian serangga hama dengan cara biologi yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alami (agen pengendali biologi), seperti predator, parasit dan patogen. Pengendalian hayati adalah suatu teknik pengelolaan hama dengan sengaja dengan memanfaatkan/memanipulasikan musuh alami untuk kepentingan pengendalian, biasanya pengendalian hayati akan dilakukan perbanyakan musuh alami yang dilakukan di laboratorium. Sedangkan pengendalian alami merupakan proses

pengendalian yang berjalan sendiri tanpa campur tangan manusia, tidak ada proses perbanyakan musuh alami. Pengendalian hayati dalam pengertian ekologi didefinisikan sebagai pengaturan populasi organisme dengan musuh-musuh alami hingga kepadatan populasi organisme tersebut berada dibawah rata-ratanya disbanding bila tanpa pengendalian.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
KATA PENGANTAR EDITOR	v
SINOPSIS	vii
BAB I: PRINSIP DAN PENTINGNYA AGENSIA HAYATI DI BIDANG PERTANIAN BESERTA APLIKASINYA	1
A. Tinjauan Umum Pengendalian Hayati.....	1
B. Pentingnya Agensia Hayati Bagi Dunia Pertanian	2
C. Bahaya Pestisida Bagi Kesehatan Manusia	4
SOAL LATIHAN	16
PUSTAKA RUJUKAN.....	17
BAB II: PRINSIP DAN PENTINGNYA AGEN HAYATI DI INDONESIA	19
A. Pendekatan Dalam Pengendalian Hayati.....	22
B. Taktik Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Berbasis Biologi.....	25
SOAL LATIHAN	32
PUSTAKA RUJUKAN.....	33
BAB III: LINGKUP MATERI KULIAH PENGENDALIAN HAYATI	35
SOAL LATIHAN	45
PUSTAKA RUJUKAN.....	46

BAB IV: PERANAN MUSUH ALAMI SEBAGAI SARANA PENGENDALI	48
A. Pengendalian Alami Dalam proses Pengendalian Alami (PA).....	48
B. Pengendalian Hayati Agak berbeda dengan pengendalian alami	50
C. Pengendalian Hayati Dalam Sistem PHT	53
SOAL LATIHAN	56
PUSTAKA RUJUKAN.....	57
BAB V: AGEN PENGENDALIAN HAYATI.....	58
A. Parasitoid	59
B. Predator	63
C. Patogen.....	65
SOAL LATIHAN	68
PUSTAKA RUJUKAN.....	69
BAB VI: PENDEKATAN PEMANFAATAN AGENSIA HAYATI.....	71
SOAL LATIHAN	86
PUSTAKA RUJUKAN.....	87
BAB VII: KEUNGGULAN DAN KEUNTUNGAN PENGENDALIAN HAYATI	89
A. Keterbatasan atau Kelemahan Pengendalian Hayati	89

B. Tipe-tipe Musuh Alami Musuh alami dari hama adalah musuh hama yang berasal dari alam berupa parasitoid, predator dan patogen.	90
SOAL LATIHAN	101
PUSTAKA RUJUKAN.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Ibu hamil yang terpapar pestisida	6
Gambar 2 Penyakit parkison	6
Gambar 3 Salah satu penyakit akibat terpapar pesisida (Kanker)	7
Gambar 4 Agens hayati (cendawan, bakteri, virus, dan mikoplasma)	19
Gambar 5 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)	24

DAFTAR TABEL

Table 1 Distribusi frekuensi responden berdasarkan keracunan pestisida di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes.....	8
Table 2 Bahan aktif pestisida dan gejala keracunan yang muncul	10

BAB I: Prinsip dan Pentingnya Agensia Hayati di Bidang Pertanian Beserta Aplikasinya

A. Tinjauan Umum Pengendalian Hayati

Pengendalian Hayati merupakan suatu pemanfaatan mikroorganisme yang bertujuan untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Adapun kegiatan atau aktivitas dalam pengendalian hayati yaitu pemberian mikroorganisme antagonis dengan perlakuan tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah diantaranya dengan pemberian bahan organik sehingga mikroorganisme antagonis menjadi tinggi aktivitasnya di dalam tanah. Secara alamiah mikroorganisme antagonis banyak dijumpai pada tanah-tanah pertanian sehingga menciptakan tingkat pengendalian hayati itu sendiri terhadap satu atau banyak jenis patogen tumbuhan, tanpa adanya campur tangan manusia. Namun demikian, manusia sudah banyak memanfaatkan dan meningkatkan efektifitas antagonisme itu dengan memasukan jenis antagonisme baru serta meningkatkan populasinya. Contoh mengintroduksi *Trichoderma harzianum* dan atau *Bacillus penetrans*, pada lahan-lahan untuk

meningkatkan jumlah antagonis yang tadinya berjumlah sedikit, atau untuk berperan dalam merangsang pertumbuhan mikroorganisme antagonis serta untuk meningkatkan aktivitas penghambat terhadap patogen. Pengetahuan dasar ekologi, yang utamanya yaitu teori mengenai pengaturan populasi oleh pengendali alami ataupun keseimbangan ekosistem merupakan dari berbagai latar belakang pengendalian hayati.

B. Pentingnya Agenia Hayati Bagi Dunia Pertanian

Agenia Pengendali Hayati (*Biological Control Agens*) yaitu setiap organisme yang meliputi subspecies, spesies, varietas, semua jenis protozoa, serangga, bakteri, cendawan, virus serta organisme lainnya yang dalam tahap perkembangannya bisa dipergunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau organisme pengganggu tumbuhan dalam proses produksi, pengelolaan hasil pertanian keperluan lainnya. Dalam memanipulasi/ rekayasa teknologi musuh alami (Parasitoid, Predator, Virus, Cendawan, dan Bakteri) menjadi agens hayati. Pengendalian hayati sebagai komponen utama Pengendalian Hama Terpadu pada dasarnya adalah untuk mengendalikan populasi organisme pengganggu tumbuhan yang merugikan dengan penggunaan dan pemanfaatan musuh alami.

Pengendalian hayati dilatarbelakangi oleh berbagai pengetahuan dasar ekologi khususnya teori tentang pengaturan populasi oleh pengendali alami serta keseimbangan ekosistem. Musuh alami yang terdiri atas predator, parasitoid, dan patogen adalah pengendali alami utama hama yang bekerja secara “terkait kepadatan populasi” sehingga agensia hayati tersebut tidak dapat dilepaskan dari kehidupan serta perkembangbiakan hama. Adanya populasi hama yang meningkat dapat mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani disebabkan karena keadaan lingkungan yang kurang memberi kesempatan bagi musuh alami untuk menjalankan fungsi alaminya. Apabila musuh alami kita berikan kesempatan berfungsi antara lain dengan introduksi musuh alami, memperbanyak dan melepaskannya, serta mengurangi berbagai dampak negatif terhadap musuh alami, musuh alami dapat melaksanakan fungsinya dengan baik. Supaya tidak timbul kerancuan lebih dahulu maka perlu dibedakan antara pengendalian hayati (*biological control*) dan pengendalian alami (*natural control*). Pengendalian Hayati merupakan pemanfaatan atau memanipulasikan musuh alami untuk menurunkan atau mengendalikan populasi hama dan merupakan suatu taktik pengelolaan hama.

C. Bahaya Pestisida Bagi Kesehatan Manusia

Pestisida merupakan zat kimia yang digunakan untuk mengendalikan hama. Namun efek pestisida tidak hanya berpengaruh pada hama, tetapi juga berbahaya bagi kesehatan manusia. Gangguan kesehatan yang disebabkan paparan pestisida bisa berupa kerusakan saraf, iritasi kulit dan mata hingga kanker.

Pestisida menjadi senjata utama dalam membasmi hama yang menyerang pertanian maupun hama penyebab penyakit. Selain digunakan di sawah atau ladang, pestisida juga ada di rumah kita. Contohnya racun yang digunakan untuk membasmi tikus, kecoa, nyamuk, atau kutu hewan peliharaan. Meski dinilai efektif untuk membasmi hama, pestisida juga dapat menjadi racun bagi organisme lain, termasuk manusia. Oleh karena itu, prosedur penggunaan, penyimpanan, serta pembuangannya harus diperhatikan. Pestisida sering kali masih menempel di makanan yang kita konsumsi, contohnya apel, pir, stroberi, kentang, anggur, seledri, bayam, slada, dan kangkung. Pestisida yang masuk ke tubuh akan merusak sel tubuh dan mengganggu organ tubuh. Iritasi mata, iritasi kulit, kesulitan bernapas, pusing, sakit kepala, mual, dan muntah bisa langsung dirasakan oleh

mereka yang dalam aktvitasnya bersentuhan langsung dengan pestisida. Paparan pestisida dalam dosis tinggi bahkan dapat menyebabkan kematian. Jika digunakan dalam jangka panjang, paparan pestisida berisiko menimbulkan beberapa masalah kesehatan bagi manusia, seperti di bawah ini :

a. Gangguan Reproduksi

Gangguan hormon yang disebabkan pestisida dapat mengakibatkan penurunanproduksi sperma. Selain itu wanita yang sering bersentuhan dengan pestisida juga cenderung kurang subur dan resiko melahirkan secara prematur.

b. Gangguan Kehamilan Dan Perkembangan Janin

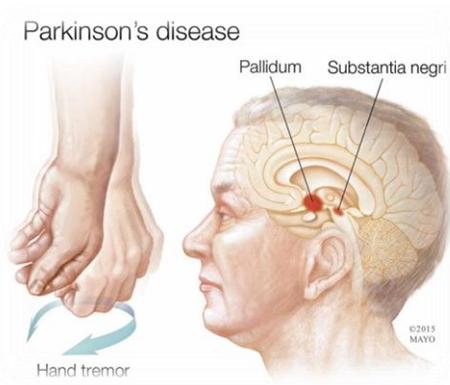
Pestisida mengandung bahan kimia yang dapat merusak system saraf. Oleh karena itu ibu hamil dissarankan untuk menghindari paparan pestisida, terutama pada trimester pertama kehamilan. Jika terpapar pestisida risikonya adalah cacat pada janin, keguguran, dan komplikasi kehamilan akan meningkat



Gambar 1 Ibu hamil yang terpapar pestisida

c. Penyakit Parkinson

Penelitian menunjukkan bahwa pestisida diduga mampu meningkatkan risiko terkena Parkinson. Semakin sering terpapar, semakin tinggi risikonya. Hal ini karena racun di dalam pestisida data merusak saraf tubuh, terlebih jika terpapar dalam jangka waktu yang panjang.



Gambar 2 Penyakit parkison

d. Risiko Pubertas Dini

Bahan kimia pada pestisida diduga dapat meningkatkan produksi hormone testosteron yang dapat menyebabkan pubertas dini pada anak laki-laki.

e. Kanker

Telah banyak penelitian yang mengaitkan pestisida dengan munculnya tumor, dan meningkatnya kanker. Kanker ginjal, kulit, otak, limfoma, payudara, prostat, hati, paru-paru, dan leukemia, adalah beberapa jenis kanker yang mungkin bisa diakibatkan oleh paparan pestisida dalam jangka panjang. Perkerja pertanian adalah yang paling rentan terhadap resiko ini.



Gambar 3 Salah satu penyakit akibat terpapar pesisida (Kanker)

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahmudah *et al.* (2012) memperlihatkan bahwa hasil pemeriksaan kolinesterase dalam darah sebagian besar istri petani bawang merah di desa Kedunguter Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes sebanyak (78,4%) atau 29 orang terjadi keracunan pestisida, sedangkan 8 orang (21,6% menunjukkan tidak terjadi keracunan atau normal seperti disajikan pada Tabel 1.1

Table 1 Distribusi frekuensi responden berdasarkan keracunan pestisida di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes.

No	Kejadian/Kondisi	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Keracunan pestisida	29	78,4
2.	Normal (tidak keracunan)	8	21,6

Sumber: Mahmudah *et al.* (2012)

Ada 2 tipe keracunan yang ditimbulkan pestisida, yaitu (Quijano, 1999): keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut terjadi bila efek-efek keracunan pestisida dirasakan langsung pada saat itu. Beberapa efek kesehatan akut adalah sakit kepala, pusing, mual, sakit dada, muntah-muntah, kudis sakit otot, keringat berlebihan, kram, diare, sulit bernapas, pandangan kabur, bahkan dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan luas keracunan yang ditimbulkan keracunan akut dapat dibagi 2 efek, yaitu:

1. Efek lokal, terjadi bila efek hanya mempengaruhi bagian tubuh yang terkena kontak langsung dengan pestisida. Biasanya berupa iritasi, seperti rasa kering, kemerahan dan gatal-gatal di mata, hidung, tenggorokan dan kulit, mata berair, batuk, dan sebagainya.
2. Efek sistemik muncul bila pestisida masuk ke dalam tubuh manusia dan mempengaruhi seluruh system tubuh. Darah akan membawa pestisida ke seluruh bagian dari tubuh dan mempengaruhi mata, jantung, paru-paru, perut, hati, lambung, otot, usus, otak, dan saraf.

Selanjutnya, keracunan kronis terjadi bila efek-efek keracunan pada kesehatan membutuhkan waktu untuk muncul atau berkembang. Efek-efek jangka

panjang ini dapat muncul setelah berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun setelah terkena pestisida. Pestisida memberikan dampak kronis pada system saraf, hati, perut, sistem kekebalan tubuh, keseimbangan hormone, kanker. Bayi juga dapat terkena pestisida ketika diberi ASI yang ibunya sudah terpapar pestisida. Setiap golongan pestisida menimbulkan gejala keracunan yang berbeda-beda karena bahan aktif yang dikandung setiap golongan berbeda (Tabel 1.2). namun demikian ada pula gejala yang ditimbulkan mirip (Wudianto, 2007).

Table 2 Bahan aktif pestisida dan gejala keracunan yang muncul

No.	Senyawa Pestisida	Gejala Keracunan yang Muncul
1.	Golongan Organofosfat	Gejala keracunannya adalah timbul gerakan otot-otot tertentu, penglihatan kabur, mata berair, mulut berbusa, banyak berkeringat, air liur banyak keluar, mual, pusing, kejang-kejang, muntah-muntah, detak jantung menjadi cepat, mencret, sesak napas,

		<p>otot tidak bisa digerakan, dan akhirnya pingsan. Organofosfat menghambat kerja enzim kholinesterase, enzim ini secara normal menghidrolisis aseticholin menjadi asetat dan kholin. Pada saat enzim dihambat, mengakibatkan jumlah asetylkholin meningkat dan berikatan dengan reseptor muskarinik dan nikotinic pada system saraf yang menyebabkan gejala keracunan dan berpengaruh pada seluruh bagian tubuh</p>
22.	Golongan organokhlor	<p>Gejala keracunan berupa sakit kepala, pusing, mual, muntah-muntah, mencret, badan lemah, gugup, gemetar, kejang-kejang, dan kehilangan kesadaran</p>
33.	Golongan	<p>Gejala keracunan sama</p>

	Karbamat	dengan gejala keracunan yang ditimbulkan golongan organofosfat, hanya saja berlangsung lebih singkat karena lebih cepat terurai dalam tubuh
4.	Golongan bipiridilium	Setelah 1-3 jam pestisida masuk dalam tubuh baru timbul sakit perut, mual, muntah-muntah, dan diare
5.	Golongan arsen	Gejala keracunan pada tingkat akut akan terasa nyeri pada perut, muntah, dan diare, sementara keracunan semi akut ditandai dengan sakit kepala dan banyak keluar air ludah
6.	Golongan antikoagulan	Gejala keracunan yang ditimbulkan seperti nyeri punggung, lambung, dan usus, muntah-muntah, pendarahan hidung dan gusi, kulit berbintik-bintik merah, dan kerusakan ginjal

Sumber:<http://w.w.w.e-jurnal.com/2014/01/keracunan-pestisida.html>

1.3 Dampak Negatif Pestisida Terhadap Lingkungan Pertanian

Peningkatan kegiatan agroindustri selain meningkatkan produksi pertanian juga menghasilkan limbah dari kegiatan tersebut. Penggunaan pestisida, disamping bermanfaat meningkatkan produksi pertanian tetapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan pertanian dan juga terhadap kesehatan manusia. Dalam penerapan dibidang pertanian, ternyata tidak semua pestisida mengenai sasaran. Kurang lebih hanya 20 persen pestisida mengenai sasaran sedangkan 80 persen lainnya jatuh ke tanah. Akumulasi residu pestisida tersebut mengakibatkan pencemaran lahan pertanian. Apabila masuk ke dalam rantai makanan, sifat beracun bahan pestisida dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, CAIDS (Chemically Acquired Deficiency Syndrom) dan sebagainya (Sa'id, 1994).

Pada masa sekarang ini dan masa mendatang, orang lebih menyukai produk pertanian yang alami dan bebas dari pengaruh pestisida walaupun produk pertanian tersebut di dapat dengan harga yang lebih mahal dari produk pertanian yang menggunakan pestisida (Ton,1991). Pestisida yang paling banyak menyebabkan kerusakan lingkungan dan

mengancam kesehatan manusia adalah pestisida sintetik, yaitu golongan organoklorin. Tingkat kerusakan yang disebabkan oleh senyawa organoklorin lebih tinggi jika dibandingkan dengan senyawa lain, karena senyawa ini peka terhadap sinar matahari dan tidak mudah terurai (Sa'id, 1994).

Resume

Pestisida menjadi senjata utama dalam membasmi hama yang menyerang pertanian maupun hama penyebab penyakit. Selain digunakan di sawah atau ladang, pestisida juga ada di rumah kita. Contohnya racun yang digunakan untuk membasmi tikus, kecoa, nyamuk, atau kutu hewan pemeliharaan. Meski dinilai efektif untuk membasmi hama, pestisida juga dapat menjadi racun bagi organisme lain, termasuk manusia. Oleh karena itu, prosedur penggunaan, penyimpanan, serta pembuangannya harus diperhatikan. Pestisida sering kali masih menempel di makanan yang kita konsumsi, contohnya apel, pir, stroberi, kentang, anggur, seledri, bayam, slada, dan kangkung. Pestisida yang masuk ke tubuh akan merusak sel tubuh dan mengganggu organ tubuh. Iritasi mata, iritasi kulit, kesulitan bernapas, pusing, sakit kepala, mual, dan muntah bisa langsung dirasakan oleh mereka yang dalam aktvitasnya bersentuhan

langsung dengan pestisida. Paparan pestisida dalam dosis tinggi bahkan dapat menyebabkan kematian. Jika digunakan dalam jangka panjang, paparan pestisida berisiko menimbulkan beberapa masalah kesehatan bagi manusia, seperti di bawah ini :

- a. Gangguan Reproduksi
- b. Gangguan Kehamilan Dan Perkembangan Janin
- c. Penyakit Parkinson
- d. Risiko Pubertas Dini
- e. Kanker.

SOAL LATIHAN

1. Mengapa masyarakat petani selalu ketergantungan dengan pestisida untuk mengendalikan serangga hama ?
2. Jelaskan dan berikan contoh, mengapa pestisida kimia sintetis sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat?
3. Pestisida sering masih menempel pada buah-buahan, bagaimana cara menghilangkan pestisida yang masih melekat tersebut ?
4. Jelaskan dan sebutkan masalah penyakit pada manusia akibat paparan pestisida kimia ?

PUSTAKA RUJUKAN

- De Bach, P. 1979. Biological Control of Insect Pests and Weeds. London (UK): Chapman and Hall.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Plant Crops in Indonesia. Revised by P.A van der Laan. Ichtiar Baru- van Hoeve. Jakarta.
- Kasno. 2003. Pengendalian Gulma secara Biologis. Jurnal Gulma Tropika 1:1-13
- Mahmudah, M., N.E. Wahyuningsih, dan O. Setyani. 2012. Kejadian keracunan pestisida pada istri petani bawang merah di Desa Kedunguter Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia. 11(1):65-70
- Mangoendihardjo, S. 1982. Serangga Pemakan Tumbuhan pada Beberapa Jenis Gulma Air di Indonesia (disertasi). Yogyakarta: Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Marwoto, O. 2015. Pengendalian Hayati ([http://agrkencanaperkasa.com/pengendalian hayati/](http://agrkencanaperkasa.com/pengendalian-hayati/)).
- Mulyaningsih, L. 2010. Aplikasi Agensia atau Insektisida dalam Pengendalian hama *plutella xylostella* Linn dan *Crociodomia binotalis* Zell untu peningkatan Produksi Kubis. Jurnal media Soeraja Vol 7 No.2.Hlm:91.

- Oka, I.N, 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implimentasinya Di Indonesia. Yogyakarta: UGM Press.
- Purnomo H. 2015. Pengendalian hayati (<https://books.google.co.id>).
- Stern, V.M. 1959. The Intagrated Control Concepts, Hilgardia.
- Sa'id, E.G. 1994. Dampak Negatif Pestisida, Sebuah catatan bagi kita semua. Agrotek, Vol.2(1).IPB, Bogor, hal 71-72.
- Ton, S.W. 1991. Environmental ConsiderationsWith Use of Pesticides inAgriculture. Paper pada Lustrum ke-VIII fakultas Pertanian USU, Medan
- Quijano, R. 1999. Pestisida berbahaya bagi kesehatan. Yayasan Duta Awam. Solo.
- Wudianto, R. 2007. Petunjuk penggunaan pestisida. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Uneir/diakses 10 Oktobr 2015 (http://journal.uniera.ac.id/pdf_reposiory/juniera31-uHIhqLaBkzrDBMOhRadqxY8H.pdf).
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (edisi kedua). Gadjah Mada University, Press. Yogyakarta.
- Van Den Bosch, R.P.S. Messenger and A. P. Guitierrez. 1973. An Introduction To Biological Control, Plenum Press, New York and London.

BAB II: PRINSIP DAN PENTINGNYA AGEN HAYATI DI INDONESIA

Menurut Keputusan Menteri Pertanian Nomor : 411/Kpts/TP.120/6/1995. tentang Pemasukan Agens hayati adalah setiap organisme yang meliputi spesies, sub spesies, varietas, semua jenis serangga, nematoda, protozoa, cendawan (fungi), bakteri, virus, mikoplasma serta organisme lainnya dalam semua tahap perkembangannya yang dapat digunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau organisme pengganggu, proses produksi, pengolahan hasil pertanian dan berbagai keperluan lainnya.



Gambar 4 Agens hayati (cendawan, bakteri, virus, dan mikoplasma)

Setiap makhluk hidup menjadi penyusun dan pelaku terbentuknya suatu komunitas yang mampu mengatur dirinya sendiri secara alami sehingga terjadi keseimbangan numerik antara semua unsur penyusun komunitas. Setiap aktifitas organisme dalam suatu keterikatan dan ketergantungan yang rumit yang menghasilkan komunitas yang stabil. Interaksi antara organisme tersebut dapat bersifat antagonistik, kompetitif, atau bersifat sibiotik (Untung, 2006).

Ekosistem adalah kesatuan komunitas bersama-sama dengan sistem abiotik yang mendukungnya. Sebagai contoh adalah ekosistem pertanian sawah dibentuk oleh komunitas makhluk hidup bersama-sama dengan tanah, air, udara, dan unsur-unsur fisik lain yang terdapat di sawah tersebut. Konsep ekosistem seperti biofer menekankan hubungan dan saling ketergantungan yang tetap antara faktor-faktor hidup dan tak hidup di setiap lingkungan. Akhir-akhir ini disadari bahwa pemakaian pestisida, khususnya pestisida sintetis ibarat pisau bermata dua. Dibalik manfaatnya yang besar bagi peningkatan produksi pertanian, terselubung bahaya yang mengerikan. Tak bisa dipungkiri, bahaya pestisida semakin nyata dirasakan masyarakat, terlebih akibat penggunaan pestisida yang tidak bijaksana.

Kerugian berupa timbulnya dampak buruk penggunaan pestisida, karena semakin banyaknya penggunaan pestisida sehingga menyebabkan predator atau parasitoid organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi mati sehingga perlu dilakukan suatu tindakan yang mampu mengendalikan hama namun tidak merusak lingkungan dan tidak mematikan dari predator atau parasitoid, sehingga muncul pemikiran baru yaitu pengendalian hayati.

Pengendalian hayati adalah pengendalian serangga hama dengan cara biologi yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alami (agen pengendali biologi), seperti predator, parasit dan patogen. Pengendalian hayati adalah suatu teknik pengelolaan hama dengan sengaja dengan memanfaatkan/memanipulasikan musuh alami untuk kepentingan pengendalian, biasanya pengendalian hayati akan dilakukan perbanyakan musuh alami yang dilakukan di laboratorium. Sedangkan pengendalian alami merupakan proses pengendalian yang berjalan sendiri tanpa campur tangan manusia, tidak ada proses perbanyakan musuh alami. Anonim (2002) Pengendalian hayati dalam pengertian ekologi didefinisikan sebagai pengaturan populasi organisme dengan musuh-musuh alami hingga kepadatan populasi organisme

tersebut berada dibawah rata-ratanya dibanding bila tanpa pengendalian.

A. Pendekatan Dalam Pengendalian Hayati

- 1) Konservasi dan peningkatan musuh alami.
Pendekatan ini bertujuan untuk konservasi dan meningkatkan dampak musuh alami yang telah ada pada areal pertanaman. Salah satu cara adalah dengan meminimalisasi dampak negatif penggunaan pestisida, cara lain yang dapat digunakan adalah dengan cara rotasi tanaman atau pola tanaman yang ditanami.
- 2) Introduksi musuh alami jika tidak ada spesies musuh alami yang mampu secara efektif mengontrol populasi hama maka introduksi atau importasi musuh alami ke daerah yang terserang hama perlu dilakukan.
- 3) Augmentasi populasi musuh alami yang ada di areal pertanaman tidak mampu mengendalikan hama meskipun konservasi telah dilakukan, cara pendekatannya adalah dengan melakukan pembiakan massal musuh alami itu di laboratorium dan kemudian melepaskan kelapangan dengan tujuan untuk melestarikan populasi serangga hama.

- a. Inokulasi adalah penambahan musuh alami dalam jumlah sedikit karena populasi hama dilapangan masih rendah. Diharapkan nantinya musuh alami tersebut dapat berkembang untuk menekan organisme pengganggu tanaman (OPT).
- b. Inundasi adalah penambahan musuh alami dalam jumlah banyak, dengan tujuan dapat menurunkan organisme pengganggu tanaman (OPT). Didalam pelaksanaannya perlu dilakukan beberapa kali pelepasan musuh alami.
- c. Eksplorasi adalah mengumpulkan calon agens hayati yang dapat diambil dari rhizosphere, phyllospere dan bagian tanaman yang tidak menunjukkan gejala penyakit (sample tanah atau bahan tanaman).
- d. Isolasi adalah pemisahan mikroorganisme yang diinginkan dari habitatnya.
- e. Formulasi adalah dalam aplikasinya agens hayati harus dicampur dengan bahan lain tetapi tidak mengganggu cara kerja dan efektifitasnya (cairan, tepung dan lain-lain).

Publikasi *Rachel Carson* berjudul *Silent Spring*

pada tahun 1962 telah mengubah kesadaran masyarakat terhadap berbagai pengaruh buruk dari penggunaan pestisida sintetik terhadap ekosistem. Publikasi tersebut telah memicu dikembangkan suatu pendekatan pengendalian hama berbasis ekologi yang dikenal dengan nama pengendalian hama terpadu (PHT) pada tahun 1970-an. Permasalahan bahan residu pestisida dapat juga diatasi menggunakan metode Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang menggabungkan beberapa metode pengendalian, termasuk diantaranya menggunakan bahan hayati sebagai pengendali. Bagi lahan yang tercemar oleh residu pestisida atau senyawa rekalsitran lainnya dengan menggunakan jasa mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan berasal dari tanah namun karena jumlahnya terbatas sehingga masih perlu pengkayaan serta pengaktifan yang tergantung pada tingkat rekalsitran senyawa yang dirombak (Sa'id, 1994)



Gambar 5 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

B. Taktik Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Berbasis Biologi

- a. Pengendalian hayati adalah penggunaan musuh alami (pemangsa, parasitoid, dan patogen) untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT).
- b. Pengendalian OPT dengan taktik atau teknologi berbasis biologi mencakup lima tipe, yaitu;
 - . pengendalian hayati
 - . pestisida mikroba
 - . senyawa-senyawa kimia yang memodifikasi perilaku,
 - . manipulasi genetika populasi hama, dan
 - . imunisasi tanaman.
- c. Pendekatan yang digunakan dalam pengendalian hayati adalah:
 - . pengendalian hayati klasik
 - . pengendalian hayati augmentasi, dan
 - . konservasi musuh alami
- d. Pengendalian alami adalah pengendalian populasi makhluk hidup di alam karena tekanan faktor lingkungan biotik dan abiotik. Di dalam pengendalian alami tidak ada peran

aktif manusia.

- e. Musuh alami di dalam pengendalian hayati terdiri atas pemangsa, parasitoid, dan patogen. Pemangsa adalah serangga atau hewan pemakan serangga yang selama hidupnya banyak memakan mangsa. Parasitoid adalah serangga yang meletakkan telurnya pada permukaan atau di dalam tubuh serangga lain yang menjadi inang atau pemangsa. Ketika telur parasitoid menetas, larva parasitoid akan memakan inang dan membunuhnya. Patogen adalah makhluk hidup yang menjangkitkan penyakit pada inang menjadi pesaing untuk mikroba patogen yang menyerang tanaman.

Dewasa ini semakin memprihatinkan. Tanah semakin rusak akibat pemupukan kimiawi/sintetis yang tak berimbang, penggunaan pestisida sintetis yang berlebihan menyebabkan kerusakan ekosistem. Tentu dibalik kondisi ini masih ada semangat untuk kembali kepada pertanian yang sehat dan alami. Salah satunya adalah gencarnya penggunaan pestisida nabati dan agen hayati dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Pengelolaan hayati akhir-akhir ini juga banyak mendapat perhatian dunia dan seringkali dibicarakan di dalam

seminar atau kongres, serta ditulis dalam naskah jurnal atau pustaka, khususnya yang berkaitan dengan penyakit tanaman dengan menggunakan agens pengendali hayati muncul karena kekhawatiran masyarakat dunia akibat penggunaan pestisida kimia sintetis. Adanya kekhawatiran tersebut membuat pengendalian hayati menjadi salah satu pilihan cara mengendalikan patogen tanaman yang harus dipertimbangkan (Soesanto, 2008).

Penggunaan agen hayati diyakini memiliki kelebihan karena sesuai dengan prinsip keseimbangan ekosistem. Memanfaatkan musuh alami dari hama dan penyakit pengganggu tanaman pertanian. Agen hayati memiliki kelebihan:

1. Selektif, artinya mikroba dalam agen hayati akan menyerang organism pengganggu tanaman yang bermanfaat bagi tumbuhan karena agen hayati akan meyerang hama dan penyakit sasaran.
2. Sudah tersedia di alam. Sebenarnya secara alami agen hayati sudah tersedia di alam, namun karena penggunaan pestisida yang tidak sesuai menyebabkan keseimbangan ekosistem mulai goyah dan populasinya terganggu.

Mampu mencari sasaran sendiri, karena agen hayati adalah makhluk hidup yang bersifat pathogen bagi organisme pengganggu tanaman, maka agen hayati dapat secara alami menemukan hama dan penyakit sasarannya.

3. Tidak ada efek samping
4. Relatif murah
5. Tidak menimbulkan resisten Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) sasaran.

Kekurangan agen hayati adalah:

1. Bekerja secara lambat. Kondisi ini seringkali membuat petani tidak sabar menunggu hasilnya dan menganggap agen hayati tidak manjur. Akhirnya petani kembali beralih ke pestisida kimia.
2. Sulit diprediksi hasilnya. Perkembangbiakan agen hayati setelah dipubliasi sangat tergantung dengan ekosistem pada saat pengaplikasian. Jika kondisinya mendukung, maka pertumbuhan agen hayati akan maksimal.
3. Lebih optimal jika digunakan untuk preventif, karena membutuhkan waktu untuk pertumbuhannya. Kurang cocok digunakan untuk kuratif, apalagi saat terjadinya ledakan hama karena bekerja secara lamban.

4. Penggunaan sesering mungkin.
5. Pada jenis hayati tertentu sulit dikembangkan secara massal.

Menurut Ehrlich (1990) dan Lindow (1988) dalam Suwanto (1994), Pengendalian suatu penyakit melalui biokontrol membutuhkan pengetahuan yang rinci mengenai interaksi patogen inang dan antara patogen dengan mikroba-mikroba sekitarnya. Pengetahuan ini sangat penting karena prinsip biokontrol adalah pengendalian dan bukan pemberantasan patogen. Keberhasilan suatu biokontrol ditentukan oleh kemampuan hidup agen biokontrol tersebut dalam lingkungannya. Salah satu agensia pengendalian hayati yang efektif yaitu *Trichoderma* spp yang mampu menangkal pengaruh negatif jamur patogen pada tanaman kedelai (tanaman inang). Species *T. harzianum* dan *T. viridae* dapat mengendalikan aktifitas jamur patogen *Rhizoctonia solanii* yang memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berkecambah biji kedelai biomassa tanaman (Suwahyono, 1996).

Resume

Setiap makhluk hidup menjadi penyusun dan pelaku terbentuknya suatu komunitas yang mampu mengatur dirinya sendiri secara alami sehingga terjadi keseimbangan numerik antara semua unsur

penyusun komunitas. Setiap aktifitas organisme dalam suatu keterikatan dan ketergantungan yang rumit yang menghasilkan komunitas yang stabil. Interaksi antara organisme tersebut dapat bersifat antagonistik, kompetitif, atau bersifat simbiotik (Untung, 2006).

Ekosistem adalah kesatuan komunitas bersama-sama dengan sistem abiotik yang mendukungnya. Sebagai contoh adalah ekosistem pertanian sawah dibentuk oleh komunitas makhluk hidup bersama-sama dengan tanah, air, udara, dan unsur-unsur fisik lain yang terdapat di sawah tersebut. Konsep ekosistem seperti biofer menekankan hubungan dan saling ketergantungan yang tetap antara faktor-faktor hidup dan tak hidup di setiap lingkungan. Akhir-akhir ini disadari bahwa pemakaian pestisida, khususnya pestisida sintesis ibarat pisau bermata dua. Dibalik manfaatnya yang besar bagi peningkatan produksi pertanian, terselubung bahaya yang mengerikan. Tak bisa dipungkiri, bahaya pestisida semakin nyata dirasakan masyarakat, terlebih akibat penggunaan pestisida yang tidak bijaksana. Kerugian berupa timbulnya dampak buruk penggunaan pestisida, karena semakin banyaknya penggunaan pestisida sehingga menyebabkan predator atau parasitoid organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi mati sehingga

perlu dilakukan suatu tindakan yang mampu mengendalikan hama namun tidak merusak lingkungan dan tidak mematikan dari predator atau parasitoid, sehingga muncul pemikiran baru yaitu pengendalian hayati.

Pengendalian hayati adalah pengendalian serangga hama dengan cara biologi yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alami (agen pengendali biologi), seperti predator, parasit dan patogen. Pengendalian hayati adalah suatu teknik pengelolaan hama dengan sengaja dengan memanfaatkan/memanipulasikan musuh alami untuk kepentingan pengendalian, biasanya pengendalian hayati akan dilakukan perbanyakan musuh alami yang dilakukan di laboratorium. Sedangkan pengendalian alami merupakan proses pengendalian yang berjalan sendiri tanpa campur tangan manusia, tidak ada proses perbanyakan musuh alami. Anonim (2002) Pengendalian hayati dalam pengertian ekologi didefinisikan sebagai pengaturan populasi organisme dengan musuh-musuh alami hingga kepadatan populasi organisme tersebut berada dibawah rata-ratanya dibanding bila tanpapengendalian.

SOAL LATIHAN

1. Menurut menteri Pertanian apa saja yang tercakup dalam agens hayati ?
2. Jelaskan prinsip dan pentingnya agens hayati yang sudah dilaksanakan di Indonesia ?
3. Apa saja permasalahan yang dihadapi dalam implementasi agen hayati ?
4. Bagaimana cara pendekatan terhadap pelaksanaan agen hayati di lapangan?
5. Mengapa dalam pelaksanaan pengelolaan agens hayati selalu memperhatikan faktor biotik dan abiotik ?

PUSTAKA RUJUKAN

- Mangoendihardjo, S. 1982. Serangga Pemakan Tumbuhan pada Beberapa Jenis Gulma Air di Indonesia (disertasi). Yogyakarta: Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Marwoto, O. 2015. Pengendalian Hayati ([http://agrkencanaperkasa.com/pengendalian hayati/](http://agrkencanaperkasa.com/pengendalian-hayati/)).
- Mulyaningsih, L. 2010. Aplikasi Agensia atau Insektisida dalam Pengendalian hama *plutella xylostella* Linn dan *Crociodomia binotalis* Zell untu peningkatan Produksi Kubis. Jurnal media Soeraja Vol 7 No.2.Hlm:91.
- Oka, I.N, 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implmentasinya Di Indonesia. Yogyakarta: UGM Press.
- Purnomo H. 2015. Pengendalian hayati (<https://books.google.co.id>).
- Stern, V.M. 1959. The Intagrated Control Concepts, Hilgardia.
- Sa'id, E.G. 1994. Dampak Negatif Pestisida, Sebuah catatan bagi kita semua. Agrotek, Vol.2(1).IPB, Bogor, hal 71-72.
- Ton, S.W. 1991. Environmental ConsiderationsWith Use of Pesticides inAgriculture. Paper pada

- Lustrum ke-VIII fakultas Pertanian USU, Medan
- Quijano, R. 1999. Pestisida berbahaya bagi kesehatan. Yayasan Duta Awam. Solo.
- Wudianto, R. 2007. Petunjuk penggunaan pestisida. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Uneir/diakses 10 Oktobr 2015
(http://journal.uniera.ac.id/pdf_reposiory/juniera31-uHIhqLaBkzrDBMOhRadqxY8H.pdf).
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (edisi kedua). Gadjah Mada University, Press. Yogyakarta.
- Van Den Bosch, R.P.S. Messenger and A. P. Guitierrez. 1973. An Introduction To Biological Control, Plenum Press, New York and London.

BAB III: LINGKUP MATERI KULIAH PENGENDALIAN HAYATI

Sebelum mempelajari pengendalian hayati secara lebih mendetail sebagaimana akan diuraikan pada bab-bab selanjutnya, terlebih dahulu perlu diperoleh gambaran sekilas mengenai apa itu pengendalian hayati. Hal ini diperlukan sebagai panduan untuk melihat keterkaitan satu bab dengan bab lain sehingga dengan mempelajari secara detail bab demi bab, gambaran utuh pengendalian hayati dapat dilihat dengan jelas. Pengendalian hayati yang akan dibahas pada bab-bab selanjutnya pada dasarnya merupakan materi yang diberikan untuk memberikan wawasan dasar atau pengantar mengenai pengendalian hayati serangga hama, patogen, dan gulma pertanian dalam konteks sebagai salah satu komponen dari Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Untuk memudahkan pemahaman dan mempertahankan keterkaitan antar topik, materi akan disajikan dalam bab-bab yang disusun sebagai berikut: 1) Pendahuluan dan dasar-dasar ekologis, yang berisi penjelasanpenjelasan yang akan menguraikan sejarah dan pengertian pengendalian

hayati, dasar-dasar dinamika populasi, dinamika interaksi predator-mangsa, interaksi parasitoid-inang, dan patogen-inang. 2) Pengenalan Agen Pengendali Hayati yang berisi penjelasan-penjelasan yang akan menguraikan pengenalan mengenai predator, parasitoid, patogen, antagonis, dan pemakan gulma. 3) Pengembangan dan penerapan pengendalian hayati yang berisi penjelasan-penjelasan yang akan menguraikan mengenai prosedur pengembangan pengendalian hayati klasik, prosedur pengembangan pestisida hayati, prosedur konservasi musuh alami, serta penerapan dan evaluasi pengendalian hayati. Sebagaimana yang telah diuraikan pada bagian pengertian dan lingkup dari pengendalian hayati, pengendalian hayati ialah upaya manusia dalam memanipulasi musuh alami untuk mengendalikan atau menekan hama dalam arti luas. Pengertian tersebut berarti bahwa pengendalian hayati adalah tindakan manipulasi ekosistem yang berkaitan dengan interaksi antara populasi musuh alami dengan populasi hama yang menjadi sasaran yang akan dikendalikan. Interaksi tersebut perlu dipahami sebagai dasar pemahaman cara kerja pengendalian hayati secara menyeluruh. Berkaitan dengan pengendalian alami, peran dari musuh alami tersebut dalam mengendalikan populasi hama dalam arti luas sebagaimana tanpa

adanya campur tangan manusia. Musuh alami terdiri dari seluruh makhluk hidup yang memanfaatkan makhluk hidup lain untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Musuh alami yang sama yang secara sengaja melalui importasi, augmentasi, dan konservasi digunakan untuk mengendalikan suatu populasi hama disebut agen pengendali hayati (biological control agent). Di dalam buku-buku teks berbahasa Indonesia mengenai pengendalian hayati, istilah biological control agent dibahasa indonesiakan menjadi "agensia pengendali hayati". Namun pengindonesiaan kata Inggris "agent" menjadi "agensia" tidaklah sesuai dengan kaidah pembentukan istilah dalam kata bahasa Indonesia (misalnya "president" diindonesiakan menjadi "presiden" dan bukan "presidensia", "antagonist" menjadi "antagonis" dan bukan "antagonisia"). Sedangkan istilah "agensi" juga tidak tepat karena dalam bahasa Inggris kata "agency" mempunyai arti yang berbeda dengan kata "agent" sebagaimana digunakan dalam istilah biological control agents. Oleh sebab itu, selanjutnya istilah yang akan digunakan untuk menyebut kepada musuh alami yang digunakan secara sengaja untuk mengendalikan populasi hama dalam arti luas adalah agen pengendali hayati. Pengendalian hayati awalnya digunakan terhadap binatang hama

sebagaimana telah dijelaskan dalam sejarah pengendalian hayati. Dalam pengendalian binatang hama, agen pengendali yang umumnya digunakan adalah predator, parasitoid, dan patogen sehingga komponen “apa” dalam pengertian pengendalian hayati menurut Midwest Institut for Biological Control hanya terdiri atas tiga unsur. Saat ini pengendalian hayati telah dilakukan terhadap binatang hama, penyakit tumbuhan, dan gulma sehingga tiga unsur tersebut harus diperluas dengan ditambahkan antagonis dan pemakan gulma (weed feeder). Dengan pengendalian hayati yang kini mencakup diantaranya: pengendalian binatang hama, penyakit tumbuhan, dan gulma, maka agen pengendali hayati terdiri atas unsur-unsur sebagai berikut: 1) Predator, yaitu mahluk hidup yang memangsa mahluk hidup lain yang lebih kecil atau lebih lemah dari dirinya. Mahluk hidup lain yang dimangsa oleh predator disebut mangsa (prey) dan proses pemakanannya disebut predasi. 2) Parasitoid, yaitu mahluk hidup pyang hidup secara parasit di dalam atau di permukaan tubuh dan pada akhirnya menyebabkan kematian mahluk lain yang ditumpanginya. Mahluk lain yang ditumpanginya parasitoid tersebut disebut inang (host) dan proses interaksinya disebut parasitasi. 3) Patogen, yaitu mahluk hidup mikroskopik yang hidup secara

parasit di dalam atau di permukaan tubuh dan pada akhirnya menyebabkan kematian mahluk hidup lain yang diserangnya. Mahluk lain yang diserang patogen disebut inang (host). 4) Antagonis, yaitu mahluk hidup mikroskopik yang dapat menimbulkan pengaruh yang tidak menguntungkan bagi mahluk hidup lain melalui parasitasi, sekresi antibiotik, kerusakan fisik, dan bentuk-bentuk penghambatan lain seperti persaingan untuk memperoleh hara dan ruang tumbuh. 5) Pemakan gulma, yaitu mahluk hidup yang memakan gulma namun tidak memakan tumbuhan lain yang bermanfaat. Istilah “parasit” sering juga digunakan dalam buku-buku teks pengendalian hayati, mengacu kepada parasitoid. Hal ini perlu diperhatikan bahwa penggunaan parasit hanya untuk mengacu kepada parasitoid dapat menimbulkan kebingungan karena ada parasit yang merupakan patogen atau bahkan merupakan antagonis. Dalam pengendalian hayati istilah “patogen” mencakup patogen terhadap binatang hama, penyebab penyakit tumbuhan, dan gulma. Mengingat pengendalian hayati dilakukan dengan cara memanfaatkan mahluk hidup lain untuk menekan populasi hama dalam arti luas maka banyak kalangan yang menganggap pengendalian hayati sebagai metode pengendalian yang sekali

dilakukan maka akan berlangsung terus-menerus dengan sendirinya sehingga biayanya akan menjadi murah. Padahal dalam kenyataannya, pengertian murah dalam pengendalian hayati masih bersifat sangat relatif dan kontekstual. Namun demikian, pengendalian hayati memiliki sejumlah kelebihan dibanding metode pengendalian lainnya. Kelebihan tersebut adalah sebagai berikut:

1) Dalam skala aplikasi oleh para petani, pengendalian hayati (khususnya pengendalian hayati klasik) merupakan metode pengendalian yang relatif cukup murah. Namun pengembangan pengendalian hayati klasik pada umumnya memerlukan sumber biaya dan sumberdaya lain dalam jumlah yang relatif besar.

2) Pengendalian hayati merupakan metode pengendalian yang alami sehingga aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Pengendalian hayati aman bagi lingkungan karena tidak membahayakan makhluk hidup lain yang bukan merupakan sasaran sehingga tidak menimbulkan resurgensi hama maupun ledakan hama kedua. Pengendalian hayati aman bagi kesehatan manusia karena makhluk hidup yang digunakan merupakan makhluk hidup yang tidak berbahaya bagi kesehatan manusia.

3) Pengendalian hayati tidak mendorong

terjadinya hama, patogen penyakit tumbuhan, maupun gulma yang yang mampu beradaptasi untuk melawan atau menahan serangan/pengendalian yang dilakukan seperti halnya yang dapat terjadi dalam pengendalian kimiawi. Namun selain kelebihan tersebut, pengendalian hayati juga mempunyai keterbatasan. Keterbatasan-keterbatasan yang cukup penting adalah sebagai berikut:

1) Pengendalian hayati tidak mungkin dilakukan untuk mengeradikasi hama sasarannya sebab kelangsungan hidup agen pengendali hayati, khususnya pengendalian hayati klasik, bergantung pada ketersediaan hama sasarannya sebagai bahan makanan bagi kelangsungan hidupnya.

2) Efektivitas pengendalian hayati umumnya memerlukan waktu yang cukup lama dan sifatnya relatif dalam kaitannya dengan ambang ekonomi yang harus ditetapkan terlebih dahulu.

3) Pengembangan pengendalian hayati merupakan pekerjaan yang membutuhkan dukungan sumberdaya yang cukup besar dalam hal tenaga ahli, fasilitas, dana, dan waktu serta tanpa adanya jaminan keberhasilan. Saat ini pengendalian hayati modern merupakan salah satu metode pengendalian yang masih relatif baru. Penerapannya seringkali menemui banyak kendala, baik kendala

teknis maupun non-teknis. Namun meskipun metode ini masih relatif baru, pengendalian hayati merupakan metode pengendalian yang banyak dibahas dan banyak tersedia literturnya di dunia digital atau internet. Banyak situs-situs internet dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi tambahan untuk dapat lebih memahami segala hal yang berkaitan dengan pengendalian hayati. Hampir seluruh universitas di Amerika menyediakan situs khusus mengenai pengendalian hayati, selain juga situs yang disediakan oleh organisasi-organisasi yang bergerak di bidang pengendalian hayati.

Resume

Pengendalian hayati yang akan dibahas pada bab-bab selanjutnya pada dasarnya merupakan materi yang diberikan untuk memberikan wawasan dasar atau pengantar mengenai pengendalian hayati serangga hama, patogen, dan gulma pertanian dalam konteks sebagai salah satu komponen dari Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Untuk memudahkan pemahaman dan mempertahankan keterkaitan antar topik, materi akan disajikan dalam bab-bab yang disusun sebagai berikut:

- 1) Pendahuluan dan dasar-dasar ekologis, yang berisi penjelasanpenjelasan yang akan menguraikan

sejarah dan pengertian pengendalian hayati, dasar-dasar dinamika populasi, dinamika interaksi predator-mangsa, interaksi parasitoid-inang, dan patogen-inang.

- 2) Pengenalan Agen Pengendali Hayati yang berisi penjelasan-penjelasan yang akan menguraikan pengenalan mengenai predator, parasitoid, patogen, antagonis, dan pemakan gulma.
- 3) Pengembangan dan penerapan pengendalian hayati yang berisi penjelasan-penjelasan yang akan menguraikan mengenai prosedur pengembangan pengendalian hayati klasik, prosedur pengembangan pestisida hayati, prosedur konservasi musuh alami, serta penerapan dan evaluasi pengendalian hayati. Sebagaimana yang telah diuraikan pada bagian pengertian dan lingkup dari pengendalian hayati, pengendalian hayati ialah upaya manusia dalam memanipulasi musuh alami untuk mengendalikan atau menekan hama dalam arti luas. Pengertian tersebut berarti bahwa pengendalian hayati adalah tindakan manipulasi ekosistem yang berkaitan dengan interaksi antara populasi musuh alami dengan populasi hama yang menjadi sasaran yang akan dikendalikan. Interaksi tersebut perlu dipahami sebagai dasar pemahaman cara kerja

pengendalian hayati secara menyeluruh. Berkaitan dengan pengendalian alami, peran dari musuh alami tersebut dalam mengendalikan populasi hama dalam arti luas sebagaimana tanpa adanya campur tangan manusia. Musuh alami terdiri dari seluruh makhluk hidup yang memanfaatkan makhluk hidup lain untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Musuh alami yang sama yang secara sengaja melalui importasi, augmentasi, dan konservasi digunakan untuk mengendalikan suatu populasi hama disebut agen pengendali hayati (biological control agent).

SOAL LATIHAN

1. Bagaimana prosedur pengembangan Pengendalian hayati yang anda ketahui ?
2. Bagaimana peran manusia terhadap pengendalian alami yang memanfaatkan makhluk hidup ?
3. Jelaskan mengenai interaksi antara lingkungan dengan musuh alami yang anda ketahui ?
4. Apa yang dimaksud dengan augmentasi dan konservasi, jelaskan dan berikan contohnya ?
5. Jelaskan perbedaan antara pengendalian hayati dengan pengendalian alami dan berikan contohnya ?

PUSTAKA RUJUKAN

- Anonymous, 2010. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Available @ http://rudycr.com/PPS702-ipb/05123/yunik_istikorini.htm
- Coppel, H.C. and J.W. Mertin. 1977. Biological Insect Pest Suppression. Springer-Verlag, New York.
- Davis, D.W., S.C. Hoyt, J.A. McMurtry, and M. T. AliNiasee. 1979. Biological Control and Insect Pest management. University of California.
- Hamid A. Miftakhul A, Suharmo, dan Yekti A. 2006. Jurnal ilmu-ilmu Pertanian. Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Magelang Yogyakarta.
- Hidayat, A. 2001. Metoda Pengendalian Hama. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Hoy, M. A. and D. C. Herzog. 1985. Biological Control in Agriculture IPM System. Academic Press, New York.
- Oka, I.N, 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya Di Indonesia. Yogyakarta: UGM Press.
- Suwahyono, U. 1996. Aplikasi Biofungisida *Trichoderma* spp untuk Pengendali Jamur Patogen *Rhizoctonia solanii* Pada tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Alami, Vol.1(2).

BPPT, Jakarta, hal 50-53.

Suwanto, A. 1994. Mikroorganisme Untuk Biokontrol : Strategi Penelitian dan Penerapannya Dalam Bioteknologi Pertanian. Agrotek, Vol.2(1). IPB, Bogor, hal 40-46.

BAB IV: PERANAN MUSUH ALAMI SEBAGAI SARANA PENGENDALI

Telah disebutkan di muka, bahwa pendekatan ekologi dengan mempertimbangkan keanekaragaman hayati merupakan dasar pemikiran dan pelaksanaan pengendalian hayati. Dengan demikian musuh alami menjadi komponen penting ekosistem dalam setiap kegiatan pengendalian hayati. Keberadaan musuh alami dalam ekosistem dapat dilihat dari peranannya dalam pengendalian alami (Natural Control) dan pengendalian hayati (Biological Control) serta Statusnya sebagai “Agensia Hayati”.

A. Pengendalian Alami Dalam proses Pengendalian Alami (PA)

Musuh alami menekan populasi jasad pengganggu tanpa campur tangan manusia, dan semua terjadi menurut hukum alam yang sempurna. Musuh Alami (MA) itu sendiri dalam proses tersebut merupakan faktor hayati yang berinteraksi dengan jasad pengganggu, yang juga dipengaruhi oleh faktor non hayati. Maksudnya, kecuali menekan populasi

jasad pengganggu dalam kegiatannya MA tersebut juga dipengaruhi oleh faktor non hayati. Dengan sifatnya yang tergantung pada inang atau mangsanya, maka sekaligus kehidupan musuh alami itu juga dipengaruhi oleh jasad pengganggu yang bersangkutan, terutama parasit (oid) dan patogen. Mungkin baiknya MA maupun jasad pengganggunya sama-sama tertekan jika faktor non hayati lebih kuat pengaruhnya . Mulawarman University Press 23 Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba 2018 Hal itu antara lain akibat penyimpangan iklim misalnya hujan yang amat lebat, kekeringan atau penurunan dan kenaikan suhu yang terjadi secara tiba-tiba. Karena sifat ketergantungan MA terhadap inang atau mangsanya, maka keberadaan inang yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan MA adalah mutlak. Dengan kata lain, untuk kesinambungan MA selalu dibutuhkan ketersediaan jasad pengganggu yang bersangkutan. Ini berarti, untuk kelestarian MA, maka populasi jasad pengganggu tidak boleh mencapai nol, atau tidak ada jasad pengganggu yang tersisa. Dengan lain perkataan kita tidak boleh memusnahkan sesuatu jasad pengganggu, agar keseimbangan hayati dan alami dapat dilestarikan. Komposisi musuh alami yang menekan populasi jasad

pengganggu di suatu tempat biasanya merupakan Kompleks Musuh Alami yang membentuk Komunitas khusus. Jika Keevolusi yakni evolusi bersama antara jasad pengganggu dan musuh alami lainnya telah berjalan demikian lanjut, maka komunitas yang terdiri dari jasad pengganggu dan musuh alaminya berada dalam keseimbangan hayati, dan dengan lingkungan non hayati terjadi keseimbangan alami. Kondisi inilah yang seharusnya selalu dipertahankan, sesuai dengan prinsip keanekaragaman hayati dalam suatu ekosistem.

B. Pengendalian Hayati Agak berbeda dengan pengendalian alami

Pengendalian hayati merupakan proses penekanan populasi jasad pengganggu dengan campur tangan manusia. Pengertian ini sesuai dengan definisi yang dikemukakan oleh Smith di muka yang tersirat dalam istilah memanfaatkan atau menggunakan MA sedangkan yang menggunakan atau memanfaatkan adalah manusia. Jadi jelas ada campur tangan manusia dalam setiap upaya PH. Dalam berbagai pustaka antara lain yang dikemukakan oleh Simmonds (1970) yang menyitir definisi yang dikemukakan oleh Debach (1964), bahwa PH adalah "Kegiatan parasit, pemangsa dan

patogen dalam menekan kepadatan populasi suatu jenis organisme lain pada suatu tingkat rata-rata yang lebih rendah dibanding dalam kondisi yang terjadi ketika mereka tidak ada (absen)". Berdasarkan definisi itu timbullah istilah yang menyamakan pengendalian alami sebagai "Pengendalian hayati yang terjadi secara alami (Naturally Biological Control (NBC))". Istilah NBC masih perlu ditelaah karena sepintas lalu memang logis, tetapi kalau diperhatikan lebih dalam sesungguhnya tersirat makna yang kurang logis, sehingga rancu. Penulis tidak sependapat dengan istilah terakhir untuk memberi makna pada pengendalian alami dengan NBC, karena hal itu akan merancukan pengertian. Kerancuan itu terjadi karena istilah NBC tidak dipilahkan antara proses yang terjadi di alam tanpa campur tangan manusia dan proses yang terjadi dengan campur tangan manusia. Kita harus konsisten dengan kata pemanfaatan atau penggunaan (the use) yang maknanya ada sesuatu atau seseorang yang menggunakan. Dalam hal ini yang menggunakan musuh alami adalah manusia. Dengan demikian kita dapat membedakan secara tegas antara pengendalian alami dan hayati berdasarkan pemahaman ada tidaknya campur tangan manusia sebagai pihak yang menggunakan musuh alami sebagai agens pengendalian hayati.

Penulis menduga bahwa istilah NBC muncul, karena mungkin dulu ada penulis yang belum memasukan komponen manusia dalam ekosistem. Kini hampir dalam tiap pemaparan ekosistem, komponen manusian telah dimasukan dalam ekosistem. Oleh karena itu istilah Pengendalian Hama Terpadu (PHT) disempurnakan menjadi Pengelolaan Hama Terpadu (juga disingkat PHT), karena keberadaan komponen manusia sebagai pengelola ekosistem dinilai penting.

Musuh alami kurang berfungsi • Kualitas inang

Enkapsulasi Hiperparasitisme • Penggunaan pestisida • Lingkungan kurang mendukung • Populasi musuh alami rendah

Keuntungan Pemanfaatan Musuh Alami : • Relatif murah & sangat menguntungkan • Aman terhadap lingkungan, manusia dan hewan berguna • Berdaya guna (efektif) dalam pengendalian hama sasaran • Efisiensi dalam jangka panjang (tidak memerlukan ulangan pengendalian) • Kompatibel/dapat digabungkan dengan cara-cara pengendalian lainnya

Kelemahan Pemanfaatan Musuh Alami : • Perlu waktu lama, kira-kira 3-5 th • Tingkat keberhasilan (efektifitas) tergantung pada ketangguhan MA yang digunakan • Tidak dapat digunakan untuk mengendalikan hama baru karena inangnya spesifik • Kadang-kadang timbul kekebalan hama sasaran tetapi sangat jarang • Perlu waktu tertentu dalam aplikasinya (utamanya

jenis jamur, bakteri & virus) Kendala Pemanfaatan Musuh Alami : • Modal Investasi, Fasilitas dan SDM, Kebiasaan Petani • Inang tersedia • Musuh alami.

C. Pengendalian Hayati Dalam Sistem PHT

Prinsip pengelolaan hama terpadu (PHT) ialah budidaya tanaman sehat, pemberdayaan musuh alami, monitoring dan petani sebagai ahli PHT. Semaksimal mungkin proses pengendalian hama terjadi secara alami terutama oleh bekerjanya faktor biotik yang antara lain ialah musuh alami hama. Pengendalian hayati merupakan komponen utama dari PHT, dan mengingat dasar dari PHT adalah ekologi, ekonomi dan sosial Pengendalian hayati mengoptimalkan peranan musuh alami dalam usaha pengelolaan populasi hama, dimana musuh alami merupakan bagian dari mata rantai dalam agro-ekosistem. Agensi pengendalian hayati (APH) sangat berperan penting dalam proses menuju kondisi agro-ekosistem yang stabil. Peranan tersebut ditunjukkan oleh kemampuan agensi pengendalian hayati dalam menekan kepadatan populasi hama sasaran di atas ambang ekonomi hingga di bawah ambang ekonomi, dan meregulasi populasi hama tetap berada di bawah ambang ekonomi.

Resume

Musuh alami menekan populasi jasad pengganggu tanpa campur tangan manusia, dan semua terjadi menurut hukum alam yang sempurna. Musuh Alami (MA) itu sendiri dalam proses tersebut merupakan faktor hayati yang berinteraksi dengan jasad pengganggu, yang juga dipengaruhi oleh faktor non hayati. Maksudnya, kecuali menekan populasi jasad pengganggu dalam kegiatannya MA tersebut juga dipengaruhi oleh faktor non hayati. Dengan sifatnya yang tergantung pada inang atau mangsanya, maka sekaligus kehidupan musuh alami itu juga dipengaruhi oleh jasad pengganggu yang bersangkutan, terutama parasit (oid) dan patogen. Mungkin baiknya MA maupun jasad pengganggunya sama-sama tertekan jika faktor non hayati lebih kuat pengaruhnya . Hal itu antara lain akibat penyimpangan iklim misalnya hujan yang amat lebat, kekeringan atau penurunan dan kenaikan suhu yang terjadi secara tiba-tiba. Karena sifat ketergantungan MA terhadap inang atau mangsanya, maka keberadaan inang yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan MA adalah mutlak. Dengan kata lain, untuk kesinambungan MA selalu dibutuhkan ketersediaan jasad pengganggu yang bersangkutan. Ini berarti, untuk kelestarian MA, maka populasi

jasad pengganggu tidak boleh mencapai nol, atau tidak ada jasad pengganggu yang tersisa. Dengan lain perkataan kita tidak boleh memusnahkan sesuatu jasad pengganggu, agar keseimbangan hayati dan alami dapat dilestarikan. Komposisi musuh alami yang menekan populasi jasad pengganggu di suatu tempat biasanya merupakan Kompleks Musuh Alami yang membentuk Komunitas khusus. Jika Keevolusi yakni evolusi bersama antara jasad pengganggu dan musuh alami lainnya telah berjalan demikian lanjut, maka komunitas yang terdiri dari jasad pengganggu dan musuh alaminya berada dalam keseimbangan hayati, dan dengan lingkungan non hayati terjadi keseimbangan alami. Kondisi inilah yang seharusnya selalu dipertahankan, sesuai dengan prinsip keanekaragaman hayati dalam suatu ekosistem.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan bagaimana Musuh Alami (MA) itu sendiri dalam proses tersebut merupakan faktor hayati yang berinteraksi dengan jasad pengganggu, yang juga dipengaruhi oleh faktor non hayati ?
2. Jelaskan Pengertian dan definisi yang dikemukakan oleh Smith di muka yang tersirat dalam istilah memanfaatkan atau menggunakan MA sedangkan yang menggunakan atau memanfaatkan adalah manusia ?
3. Jelaskan evolusi bersama antara jasad pengganggu dan musuh alami lainnya telah berjalan demikian lanjut, maka komunitas yang terdiri dari jasad pengganggu dan musuh alaminya berada dalam keseimbangan hayati, dan dengan lingkungan non hayati terjadi keseimbangan alami ?

PUSTAKA RUJUKAN

- Bucman, J. 2006. Kristal toksin Bt.<http://razoncienciaaspr.org>.di akses tanggal 2 Pebruari 2018.
- Mahlen, S.D. 2011. Serratia infections: from military experiments to current practice. *Journal Clin Microbiol Rev.* 24(4): 755-791.
- Rizali, A. 2017. Occurrence of *Bacillus thuringiensis* from different plant areas on South Kalimantan, Indonesia. *Journal of Biodiversity and Environment Sciences (JBES).* 11(6): 53-58.
- Septiana, E. 2015. Jamur Entomopatogen: Potensi dan tantangan sebagai insektisida alami terhadap serangga perusak tanaman dan vector penyakit manusia. *Jurnal BioTrends.* 1(1): 28-32.
- Trizelia, N. Armon, & H. Jailani. 2015. Keanekaragaman jamur entomopatogen pada rizoser berbagai tanaman sayuran. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia.* 1(5): 998-1004.

BAB V: AGEN PENGENDALIAN HAYATI

Sebagai konsekuensi penggunaan istilah dengan pengertian baku yang jelas, antara pengertian Musuh Alami dan Agensi Pengendali Hayati (APH) yang dialih bahasakan dari Biological Control Agents (BCA) perlu dibedakan. Di forum nasional, khususnya Pusat Karantina Tumbuhan (PUSKARA) kini menggunakan istilah “Agensi Hayati” sebagai alih bahasa dari Biotik agents, termasuk di dalamnya BCA sehingga dalam kegiatan rapat dinas yang diadakan setahun sekali ada Komisi Agensi Hayati, karena dalam tugasnya juga mengurus jasad hidup lain yang tidak termasuk MA. Sebagai bagian kompleks komunitas dalam ekosistem setiap spesies serangga termasuk serangga hama dapat diserang oleh atau menyerang organisme lain. Bagi serangga yang diserang oleh organisme penyerang disebut sebagai “musuh alami”. Secara ekologi istilah tersebut kurang tepat karena adanya musuh alami belum tentu akan merugikan kehidupan serangga terserang. Hampir seluruh kelompok organisme dapat berperan sebagai musuh alami serangga hama termasuk kelompok vertebrata, nematoda, jasad

renik, invertebrata di luar serangga. Kelompok musuh alami yang paling penting adalah dari golongan jenis serangga itu sendiri. Adapun makna Agensia Pengendali Hayati adalah Musuh Alami yang sudah atau sedang digunakan sebagai sarana (agens) untuk Pengendalian Hayati. Patogen antara lain berasal dari kelompok Virus, Bakteri, Cendawan dan Nematoda. Dilihat dari kegunaannya musuh alami atau agens pengendalian hayati dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu parasitoid, predator, dan patogen.

A. Parasitoid

Perlu sedikit penjelasan antara istilah parasitoid dan parasit. Parasitisme adalah hubungan antara dua spesies yang satu yaitu parasit, memperoleh keperluan zat-zat makanannya dari fisik tubuh yang lain, yaitu inang. Parasit hidup pada atau di dalam tubuh inang. Inang tidak menerima faedah apapun dari hubungan ini, meskipun biasanya tidak dibinasakan. Contohnya kasus cacing pita pada tubuh manusia dan caplak pada binatang. Istilah parasit lebih sering digunakan dalam entomologi kesehatan. Serangga yang bersifat parasit yang pada akhirnya menyebabkan kematian inangnya tidak tepat bila dimasukkan ke dalam definisi parasit. Oleh karena itu selanjutnya diberikan istilah baru yaitu

parasitoid yang lebih banyak digunakan dalam entomologi pertanian. Parasitoid adalah binatang yang hidup di atas atau di dalam tubuh binatang lain yang lebih besar sebagai inangnya. Serangan parasit dapat melemahkan inang dan akhirnya dapat membunuh inangnya karena parasitoid makan atau mengisap cairan tubuh inangnya. Untuk dapat mencapai fase dewasa, suatu parasitoid hanya membutuhkan satu inang. Dengan demikian parasitoid adalah serangga yang hidup dan makan pada atau dalam serangga hidup lainnya sebagai inang. Parasitoid merupakan serangga yang memarasit serangga atau binatang artropoda yang lain. Parasitoid bersifat parasitik pada fase pradewasanya sedangkan pada fase dewasa mereka hidup bebas tidak terikat pada inangnya. Umumnya parasitoid akhirnya dapat membunuh inangnya meskipun ada inang yang mampu melengkapi siklus hidupnya sebelum mati. Parasitoid dapat menyerang setiap instar serangga. Instar dewasa merupakan instar serangga yang paling jarang terparasit. Oleh induk parasitoid telur dapat diletakkan pada permukaan kulit inang atau dengan tusukan ovipositornya telur langsung dimasukkan dalam tubuh inang. Larva yang keluar dari telur akan menghisap cairan dari inangnya dan menyelesaikan perkembangannya dapat berada di luar tubuh

inangnya (sebagai ektoparasitoid) atau sebagian besar dalam tubuh inangnya (sebagai endoparasitoid). Contoh ektoparasit adalah *Campsomeris* sp. yang menyerang uret sedangkan *Trichogramma* sp. yang memarasit telur penggerek batang tebu dan padi merupakan jenis endoparasit. Fase inang yang diserang pada umumnya adalah telur dan larva, beberapa parasitoid menyerang pupa dan sangat jarang yang menyerang imago. Larva parasitoid yang sudah siap menjadi pupa keluar dari tubuh larva inang yang sudah mati kemudian memintal kokon untuk memasuki fase pupa parasitoid. Imago parasitoid muncul dari kokon pada waktu yang tepat dan kemudian meletakkan telurnya pada tubuh inang untuk berkembang biakan generasi berikutnya. perkembangan hidupnya terjadi pada satu tubuh inang. Satu inang diparasit oleh satu individu parasitoid. Contoh parasitoid soliter antara lain ialah *Charops* sp. (famili Ichneumonidae). Parasitoid gregarius adalah jenis parasitoid yang dapat hidup beberapa individu dalam tubuh satu inang secara bersama-sama. Contoh dari parasitoid gregarious adalah *Tetrastichus schoenobii*. Jumlah imago yang keluar dari satu tubuh inang dapat banyak sekali. Banyak jenis lebah Ichneumonid merupakan parasitoid soliter, dan banyak lebah Braconid dan Chalcidoid yang

merupakan parasitoid gregarius. Keuntungan atau kekuatan pengendalian hama dengan parasitoid adalah: a. Daya kelangsungan hidup (“survival”) parasitoid tinggi. b. Parasitoid hanya memerlukan satu atau sedikit individu inang untuk melengkapi daur hidupnya. c. Populasi parasitoid masih dapat tetap mampu bertahan meskipun pada aras populasi yang rendah. d. Sebagian besar parasitoid bersifat monofag atau oligofag sehingga memiliki kisaran inang sempit. Sifat ini mengakibatkan populasi parasitoid memiliki respons numerik yang baik terhadap perubahan populasi inangnya. Di samping kekuatan pengendalian dengan parasitoid beberapa kelemahan atau masalah yang biasanya dihadapi di lapangan dalam menggunakan parasitoid sebagai agens pengendalian hayati adalah: a) Daya cari parasitoid terhadap inang seringkali dipengaruhi oleh keadaan cuaca atau faktor lingkungan lainnya yang sering berubah. b) Serangga betina yang berperan utama karena mereka yang melakukan pencarian inang untuk peletakan telur. c) Parasitoid yang mempunyai daya cari tinggi umumnya akan menghasilkan telur sedikit.

B. Predator

Predator adalah organisme yang hidup bebas dengan memakan, membunuh atau memangsa binatang lainnya. Apabila parasitoid memarasit pada inang, maka predator atau pemangsa memakan mangsanya sampai mati. Predator umumnya dibedakan dari parasitoid dengan ciri-ciri sebagai berikut: Parasitoid umumnya monofag atau oligofag, predator pada umumnya mempunyai banyak inang atau bersifat polifag meskipun ada juga jenis predator yang monofag dan oligofag. Predator biasanya memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan ukuran tubuh mangsanya. Namun ada beberapa predator yang memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil daripada mangsanya, contohnya semut yang mampu membawa mangsa secara yang jauh lebih secara berkelompok. Predator memangsa dan membunuh mangsanya secara langsung sehingga harus memiliki daya cari atau berburu yang tinggi dan memiliki kelebihan sifat fisik yang memungkinkan predator mampu menangkap dan membunuh mangsanya. Beberapa predator dilengkapi dengan kemampuan bergerak cepat, taktik penangkapan mangsa yang lebih baik daripada taktik pertahanan mangsa, kekuatan yang lebih besar, memiliki daya jelajah yang jauh serta

dilengkapi dengan organ tubuh yang berkembang dengan baik untuk menangkap mangsanya seperti kaki depan belalang sembah (Mantidae). Predator adalah hewan/binatang yang memangsa hama. Pada umumnya serangga predator pradewasa dan dewasa hidup dalam habitat yang sama. Telur-telur predator akan diletakan didekat mangsanya atau didalam habitat mangsanya. Contoh: Burung Hantu, Anjing, ular; dan sebagainya Sebagai predator/pemangsa hama tikus. Untuk memenuhi perkembangannya parasitoid memerlukan cukup satu inang umumnya pada fase pradewasa, namun predator memerlukan banyak mangsa baik pada fase pradewasa maupun fase dewasa. Parasitoid yang mencari inang ialah hanya serangga betina dewasa, namun baik predator betina maupun jantan dan juga fase pradewasa semuanya dapat mencari dan memperoleh mangsa. Hampir semua predator memiliki banyak pilihan inang sedangkan parasitoid memiliki sifat ketergantungan kepadatan yang tinggi. Predator memiliki daya tanggap yang kurang baik akan perubahan populasi mangsa sehingga perannya sebagai pengatur populasi hama umumnya kurang, khususnya predator polifag. 1. Predator 2. Parasitoid Parasitoid adalah serangga yang memarasit atau hidup dan berkembang dengan menumpang serangga lain (inang) misalnya

Trichogramma sp., berperan sebagai parasitoid telur penggerek batang padi.

C. Patogen

Serangga dan juga seperti banyak binatang lainnya dalam hidupnya diserang oleh banyak patogen atau penyakit yang berupa bakteri, virus, protozoa, jamur, rikettsia dan nematoda. Bagi populasi serangga, beberapa penyakit dalam kondisi lingkungan tertentu dapat menjadi faktor mortalitas yang utama, namun terdapat pula banyak penyakit yang pengaruhnya kecil terhadap gejala populasi serangga. Pertumbuhan dan pembiakan serangga yang terkena penyakit menjadi terhambat. Ketika menderita serangan penyakit yang parah, serangga terserang tersebut akhirnya akan mati. Lebih dari 2000 jenis patogen yang saat ini telah dikenal telah menginfeksi serangga dan jumlah itu kemungkinan baru sebagian kecil dari jenis patogen serangga yang ada di muka bumi, yang jenis-jenisnya antara lain adalah virus, jamur, bakteri, protozoa, dan nematoda. Patogen adalah jasad renik (mikroorganisme : Cendawan bakteri, virus, Nematoda) yang menyebabkan infeksi dan menimbulkan penyakit pada Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Apabila individu yang terserang adalah serangga

hama disebut entomopatogen • *Beauveria bassiana*, adalah cendawan entomopatogen untuk wereng batang coklat, Walang sangit, Ulat Grayak, kutu kebul, Aphis, dsb. • *Metarizium* sp. adalah cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama wereng batang coklat, kutu kebul Uret, Kumbang Kelapa, Kutu Bubuk Kopi dsb. Apabila yang terserang/mengintervensi aktifitas patogen penyebab penyakit tanaman baik fase parasitik maupun saprofitik disebut agens antagonis • *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. adalah cendawan antagonis untuk penyakit tular tanah (*Fusarium oxisporum*, *Pythium* sp., *Sclerotium* sp., *Antraknosa* sp.). • *Pseudomonas flourocens* adalah Bakteri antagonis untuk penyakit layu (*Pseudomonas solanacearum*).

Resume

Sebagai konsekuensi penggunaan istilah dengan pengertian baku yang jelas, antara pengertian Musuh Alami dan Agensia Pengendali Hayati (APH) yang dialih bahasakan dari Biological Control Agents (BCA) perlu dibedakan. Di forum nasional, khususnya Pusat Karantina Tumbuhan (PUSKARA) kini menggunakan istilah “Agensia Hayati” sebagai alih bahasa dari Biotik agents, termasuk di dalamnya BCA sehingga dalam kegiatan rapat dinas yang diadakan setahun sekali ada Komisi Agensia Hayati,

karena dalam tugasnya juga mengurus jasad hidup lain yang tidak termasuk MA. Sebagai bagian kompleks komunitas dalam ekosistem setiap spesies serangga termasuk serangga hama dapat diserang oleh atau menyerang organisme lain. Bagi serangga yang diserang oleh organisme penyerang disebut sebagai "musuh alami". Secara ekologi istilah tersebut kurang tepat karena adanya musuh alami belum tentu akan merugikan kehidupan serangga terserang. Hampir seluruh kelompok organisme dapat berperan sebagai musuh alami serangga hama termasuk kelompok vertebrata, nematoda, jasad renik, invertebrata di luar serangga. Kelompok musuh alami yang paling penting adalah dari golongan jenis serangga itu sendiri. Adapun makna Agensia Pengendali Hayati adalah Musuh Alami yang sudah atau sedang digunakan sebagai sarana (agens) untuk Pengendalian Hayati. Patogen antara lain berasal dari kelompok Virus, Bakteri, Cendawan dan Nematoda. Dilihat dari kegunaannya musuh alami atau agens pengendalian hayati dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu parasitoid, predator, dan patogen.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan antara pengertian Musuh Alami dan Agensia Pengendali Hayati (APH) yang dialih bahasakan dari Biological Control Agents (BCA) perlu dibedakan. Di forum nasional, khususnya Pusat Karantina Tumbuhan (PUSKARA) kini menggunakan istilah “Agensia Hayati” sebagai alih bahasa dari Biotik agents ?
2. Jelaskan mengapa bagi serangga yang diserang oleh organisme penyerang disebut sebagai “musuh alami”. Secara ekologi istilah tersebut kurang tepat ?
3. Mengapa hampir seluruh kelompok organisme dapat berperan sebagai musuh alami serangga hama termasuk kelompok vertebrata, nematoda, jasad renik, invertebrata di luar serangga ?

PUSTAKA RUJUKAN

- Agrios. G. N., 1995. Ilmu Penyakit Tumbuhan (terjemahan edisi ketiga). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Anonim. 1978. Materia Medika Indonesia. Jilid II. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Anonim, 2002. Model Budidaya tanaman Sehat (Budidaya Tanaman Sayuran Secara Sehat Melalui Penerapan PHT), Dirjen Perlindungan Tanaman. Jakarta
- Anonymous. (1994). Integrated Pest Management Practices on 1991: Fruits and Nuts. RTD Updates Pest Management. USDA-ERS.
- Baker, K. F. and R. J. Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens.
- Freeman. W. H. San Fransisco. Bevivino, A., C. Dalmastrri, S. Tabacchioni, and L. Chiarini. 2000. Efficacy of *Burkholderia cepacia* MCI 7 in disease suppression and growth promotion of maize. *Biology and Fertility of Soils Journal*. 31(3-4):225-231.
- Boucias and Pendland. 1998. Principle of Insect Pathology. Kluwer Academic. London. 550 pp.

- Canhilal, R., and G. R. Carner. 2007. *Bacillus thuringiensis* as a pest management tool for control of the squash vine borer, *Melittia cucurbitae* (Lepidoptera: Sesiidae) in South Carolina. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114: 26–29.
- Coates, B.S., R.I. Hellmich, and L.C. Lewis. 2002. Allelic variation of a *Beauveria bassiana* (Ascomycotina: Hyphocreales) minisatellite is independent of host range and geographic origin. *Genome*. 45(1): 125- 132.
- Cook, R. J. and K. F. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Patogens*. The APPS Press. St. Paul Minnesota.

BAB VI: PENDEKATAN PEMANFAATAN AGENSIA HAYATI

Agak berbeda dengan Pengendalian Alami, maka Pengendalian Hayati merupakan proses penekanan populasi jasad pengganggu dengan campur tangan manusia. Dalam hal ini yang dimanfaatkan yakni musuh alami sedangkan yang memanfaatkan adalah manusia jadi jelas ada campur tangan manusia. 1) Pengendalian Hayati dalam arti sempit (entomologist) diartikan sebagai “Kegiatan parasit, Pemangsa (Predator) dan Patogen dalam menekan kepadatan populasi organisme lain supaya senantiasa berada pada suatu tingkat yang lebih rendah. 2) Pengendalian Hayati dalam arti luas : mencakup manipulasi genetik, antibiotik dan obat-obatan, tanaman yang resisten, binatang/hewan yang resisten terhadap patogen, parasit dan predator. 3) Pengendalian Hayati penyakit tumbuhan yaitu kegiatan yang dapat mengurangi kepadatan inokulum atau menekan aktifitas patogen/parasit dalam menimbulkan penyakit, baik dalam kondisi dorman atau aktif yang dilakukan oleh salah satu atau lebih organisme, dan terlaksana secara alami atau melalui manipulasi lingkungan, inang

(tumbuhan), agens antagonis atau melalui introduksi masal dari satu atau lebih agens antagonis. Oleh karena itu seseorang yang akan bekerja dengan agens pengendali hayati, ia juga harus memiliki pengetahuan mengenai patogen tumbuhan dan factor lingkungan baik biotik maupun abiotik yang mempengaruhinya antara lain : persaingan hidup, parasitisme. Hal tersebut perlu diketahui agar dapat melakukan manipulasi yang lebih menguntungkan agens hayati dan atau lebih merugikan inangnya dalam hal ini adalah patogen tumbuhan. Keberhasilan pengendalian hayati antara lain dipengaruhi oleh ketepatan dan pemilihan spesies yang digunakan untuk mengendalikan Hama Penyakit sehingga perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut : a. Mempunyai inang spesifik. b. Beradaptasi dengan baik didaerah dimana diintroduksi c. Memiliki daya pengusiran dan pertumbuhan populasi yang baik d. Tidak ada predator lain

Dikenal 3 strategi yang dikemukakan Cook (1991) untuk pengendalian hayati, yaitu : 1. Populasi hama dibuat sebatas atau di bawah ambang ekonomi. 2. Sistem pertahanan yang eksklusif, (daun/akar berasosiasi dengan mikroorganisme yang dapat menjadi benteng pertahanan dari infeksi hama) 3. Sistem pertahanan sendiri (diperoleh secara keturunan atau lewat Varietas Unggul Tahan Hama)

Syarat dasar pengembangan agensia hayati : Pengetahuan khusus mengenai biologi musuh alami seperti predator dan parasitoid sangat mutlak diperlukan sebagai dasar dalam mempertinggi efisiensi musuh alami baik saat dipelihara secara massal di laboratorium atau peranannya di lapangan. Paling tidak, ada 5 (lima) keuntungan agensia hayati : 1. Efisiensi tinggi, alat dan bahan murah dan pembuatannya mudah. 2. Selektifitas yang tinggi. Dapat berkembang biak sehingga ekosistem menjadi baik. 4. Kemungkinan terjadinya resisten dan resurgensi OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) menjadi sangat kecil. 5. Mengurangi pengaruh samping yang buruk.

Berikut ini adalah langkah-langkah yang perlu dilalui dalam memproduksi agens hayati sehingga dapat dikomersialkan :

- 1) Mencari, mengisolasi dan mengidentifikasi agensia hayati yang merupakan tanggung jawab para pakar.
- 2) Uji Keefektifan, pakar bersama petani
- 3) Uji Keamanan (aman bagi pengguna, lingkungan termasuk organisme non sasaran), pakar bersama petani atau cukup uji laboratorium.
- 4) Uji kestabilan genetik dari agensia hayati (tidak menurun virulensinya).
- 5) Uji potensi produksi masal.
- 6) Formulasi agensia hayati yang efisien tetapi tetap

efektif.

7) Uji kestabilan dalam bentuk formulasi dan masa simpannya.

8) Potensi pasar.

9) Evaluasi biaya produksi.

10) Analisa perolehan dari investasi (Return of investment).

11) Pengujian lapang.

12) Membuat hak paten agens pengendali hayati.

Pendekatan Pengendalian Hayati Seperti halnya cara pengendalian jasad pengganggu pada umumnya, dalam Pengendalian Hayati dikenal beberapa teknik yang diterapkan berdasarkan daerah asal, kondisi ekosistem setempat dan kepentingan ekonomi. Secara garis besar ada tiga pendekatan dalam pemanfaatan agens pengendali hayati yaitu :
Introduksi, Konservasi dan Augmentasi.
1. Introduksi • Introduksi adalah memindahkan atau mendatangkan musuh alami dari satu daerah ke daerah baru. Contoh, untuk mengendalikan hama bukan hama asli di suatu daerah tersebut sehingga musuh alami tidak ada. Sebagai contoh, *Curinus coeruleus* adalah musuh alami kutu loncat pada lamtoro.
2. Konservasi • Konservasi adalah upaya untuk memelihara dan meningkatkan keefektifan musuh alami yang telah ada di daerah tersebut. Contoh, perbaikan bercocok tanam, penyediaan

(polen, nektar, air) dan menghindari penggunaan pestisida berspektrum luas. 3. Augmentasi • Augmentasi adalah penambahan jumlah musuh alami melalui pelepasan musuh alami dilapang dengan tujuan untuk lebih meningkatkan peranannya dalam menekan populasi OPT. Ada beberapa pendekatan dalam augmentasi yaitu : misalnya Inokulasi : adalah penambahan musuh alami dalam jumlah sedikit karena populasi hama dilapang masih rendah. Diharapkan nantinya musuh alami tersebut dapat berkembang untuk menekan OPT. a. Inundasi adalah penambahan musuh alami dalam jumlah banyak, dengan tujuan dapat menurunkan OPT. Didalam pelaksanaannya perlu dilakukan beberapa kali pelepasan musuh alami. b. Eksplorasi adalah mengumpulkan calon agens hayati yg dapat diambil dari rhizosphere, phyllospere dan bagian tanaman yg tidak menunjukkan gejala penyakit (sample tanah atau bahan tanaman). a. Isolasi adalah pemisahan mikroorganisme yang diinginkan dari habitatnya. b. Formulasi adalah dalam aplikasinya agens hayati harus dicampur dengan bahan lain tetapi tidak mengganggu cara kerja dan efektifitasnya (cairan, tepung, dll) Dalam pemanfaatan Agens Hayati, sebagai sarana pengendalian dilapangan perlu disesuaikan dengan sifat atau jenis Agens Hayati, OPT, dan jenis

tanamannya Di Indonesia pengendalian hayati terhadap OPT tanaman telah dilakukan sejak tahun 1925. Salah satu keberhasilan penggunaan musuh alami di Indonesia adalah pengendalian hama *Plutella xylostella* L. pada tanaman kubis dengan parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen. Di beberapa negara maju, produk musuh alami sudah diperjualbelikan. Sebagai contoh, Koppert BV salah satu perusahaan di Belanda yang memproduksi predator, parasitoid dan produk lainnya telah memproduksi lebih dari 30 macam musuh alami. Jutaan musuh alami telah dikirim ke 40 negara di seluruh dunia. Pada tahun 2002 nilai pasar untuk produk musuh alami di dunia lebih besar dari 700 milyar

Pengendalian alami dan pengendalian hayati

- Pengendalian alami, adalah pengendalian hama oleh faktor-faktor fisik (abiotik) dan organisme hidup (biotik).
- Pengendalian hayati, yaitu pengendalian hama oleh musuh–musuh alami. Musuh alami hama : parasitoid, pemangsa (predator) dan patogen serangga.

Pengendalian hayati

- Pengendalian hayati klasik Musuh–musuh alami dimasukkan (diimpor) dari luar daerah atau negeri
- Pengendalian hayati alami Musuh–musuh alami sudah ada di daerah tersebut

Keuntungan:

- Relatif murah dan sangat menguntungkan
- Aman terhadap lingkungan, manusia dan hewan berguna
- Berdaya guna (efektif)

dalam pengendalian hama sasaran • Efisiensi dalam jangka panjang (tidak memerlukan ulangan pengendalian). • Kompatibel atau dapat digabungkan dengan cara-cara pengendalian lainnya. Strategi pengendalian hayati • Introduksi, yaitu musuh alami dimasukkan (diimpor) dari luar negeri atau luar daerah. • Augmentasi, yaitu meningkatkan jumlah (populasi) musuh alami yang sudah ada di lapang dengan cara melepaskan musuh alami yang berasal dari pemeliharaan di laboratorium. • Inokulasi (suntikan), yaitu pelepasan musuh alami pada awal musim tanam, untuk mencegah peningkatan populasi hama. • Inundasi, yaitu musuh alami digunakan (dilepaskan) pada saat kritis, seperti halnya dengan penggunaan pestisida. • Pelestarian (konservasi), yaitu semua upaya yang bertujuan untuk melestarikan (memelihara) musuh alami yang sudah ada di lapang dengan memanfaatkan musuh alami. Pada kentang, Musuh alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama penggorok daun antara lain adalah: a) Hemiptarsenus varicornis Varicornis (*Hymenoptera* : *Eulophidae*) adalah parasitoid penting pada hama Liriomyza huidobrensis. Parasitoid tersebut dapat di temukan pada seluruh areal pertanaman kentang yang terserang *L. huidobrensis*. Tingkat parasitasi *H. varicornis* terhadap *L. huidobrensis* pada tanaman

kentang berkisar sebesar 37,33%. Nisbah kelamin antara jantan dan betina adalah sekitar 1,5 : 1. *H. varicornis* berkisar antara 12-16 hari. Masa telur, larva dan pupa masing-masing 1-2 hari, 5-6 hari, dan 6-8 hari. Masa hidup betina berkisar antara 8-22 hari. Satu ekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 24-42 butir. *Varicornis* merupakan parasitoid yang memiliki potensi sangat besar sebagai pengendali hayati untuk mengendalikan hama pengorok daun *Liriomyza* di wilayah Indonesia, karena disamping pertimbangan dari faktor fekunditas dan lama umur hidup imago betinanya, *Varicornis* juga merupakan parasitoid lokal yang telah beradaptasi di wilayah Indonesia. Pemanfaatan parasitoid ini dapat dilakukan dengan cara konservasi melalui mengatur pola tanam dan pengaplikasian teknologi pertanian ramah lingkungan. Dengan memperhatikan data tersebut di atas, maka upaya konservasi *H. varicornis* dapat dilakukan di lapangan untuk mengendalikan pengorok daun *Liriomyza* spp. melalui manipulasi lingkungan (tritropic levels) yaitu dengan memadukan pengaturan pola tanam dan penerapan teknologi pertanian ramah lingkungan, yaitu:

1) Pengaturan pola tanam, dengan alternatif pilihan sebagai berikut: • Menanam tanaman kacang merah (red bean) atau buncis (snap bean) sebagai tanaman

perangkap *Liriomyza* sekaligus juga sebagai tempat berkembang biaknya parasitoid *H. varicornis* di area pematang atau pinggiran kebun dan sebaiknya ditanam lebih dulu sebelum penanaman tanaman pokoknya. • Menanam tanaman pada awal musim tanam sehingga jika terserang *Liriomyza* spp. tidak mengakibatkan kerugian secara ekonomis, karena akan menyerang daun yang sudah tua seperti brokoli atau kubis, kemudian pada musim tanam kedua dilanjutkan menanam kentang atau bawang daun yang ditumpang sarikan dengan kacang merah atau buncis. • Melakukan sistem pola tanam tumpang sari, misalnya antara kacang merah dengan kentang, buncis dengan bawang daun atau kubis, dan lain-lain. 2) Menerapkan teknologi pertanian ramah lingkungan (organik) sehingga tidak mengganggu populasi parasitoid di lapangan. Teknologi pertanian ramah lingkungan yang dapat dilakukan dalam budidaya tanaman sayuran dan tanaman hias antara lain adalah: penggunaan pupuk organik baik yang sudah berupa pupuk kompos ataupun masih dalam bentuk pupuk kandang atau penggunaan pestisida botani dengan memanfaatkan ekstrak dari tumbuhan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman. b) *Opius* sp. *Opius* sp. adalah parasitoid penting hama *L. huidobrensis*. Telurnya berbentuk lonjong, dengan salah satu bagian ujungnya sedikit

lebih membesar dibandingkan dengan ujung yang lain. Siklus hidupnya berkisar antara 13-59 hari. Pada masa telur, larva dan pupa masing-masing 2, 6, dan 6 hari. Seekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 49-187 butir. Instar yang sangat cocok untuk perkembangan parasitoid *Opius* sp., adalah instar ke-3. Pada instar ini masa perkembangan parasitoid lebih singkat dan keturunan yang dihasilkan lebih banyak dengan proporsi betina yang lebih tinggi dibanding proporsi jantan. Nisbah dari kelamin jantan dan betina adalah 1:1. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 698/kpts/tp.120/8/1998 Tentang Izin Pemasukan Beberapa Jenis Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Parasitoid Dari Hawaii Ke Dalam Wilayah Negara Republik Indonesia. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu, Institut Pertanian Bogor mendapatkan izin untuk memasukkan 5 (lima) jenis parasitoid dari Hawaii untuk mengendalikan hama *Liriomyza huidobrensis* melalui Bandar Udara Soekarno-Hatta, Jakarta. Jenis-jenis parasitoid yang dimaksud adalah sebagai berikut : • *Diglyphus*-*begini*, ektoparasitoid larva; • *Diglyphus*-*intermedius*, ektoparasitoid larva; • *Chrysocaris*-*oscinidus*, endoparasitoid larva-pupa; • *Ganaspidium*-*utilis*, endoparasitoid larva-pupa; dan • *Halticoptera*-*circulus*, endoparasitoid larva-pupa.

Resume

Pengendalian hayati alami Musuh–musuh alami sudah ada di daerah tersebut Keuntungan: • Relatif murah dan sangat menguntungkan • Aman terhadap lingkungan, manusia dan hewan berguna • Berdaya guna (efektif) dalam pengendalian hama sasaran • Efisiensi dalam jangka panjang (tidak memerlukan ulangan pengendalian). • Kompatibel atau dapat digabungkan dengan cara-cara pengendalian lainnya. Strategi pengendalian hayati • Introduksi, yaitu musuh alami dimasukkan (diimpor) dari luar negeri atau luar daerah. • Augmentasi, yaitu meningkatkan jumlah (populasi) musuh alami yang sudah ada di lapang dengan cara melepaskan musuh alami yang berasal dari pemeliharaan di laboratorium. • Inokulasi (suntikan), yaitu pelepasan musuh alami pada awal musim tanam, untuk mencegah peningkatan populasi hama. • Inundasi, yaitu musuh alami digunakan (dilepaskan) pada saat kritis, seperti halnya dengan penggunaan pestisida. • Pelestarian (konservasi), yaitu semua upaya yang bertujuan untuk melestarikan (memelihara) musuh alami yang sudah ada di lapang dengan memanfaatkan musuh alami. Pada kentang, Musuh alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama penggrogok daun antara

lain adalah: a) Hemiptarsenus varicorni Varicornis (*Hymenoptera : Eulophidae*) adalah parasitoid penting pada hama Liriomyza huidobrensis. Parasitoid tersebut dapat di temukan pada seluruh areal pertanaman kentang yang terserang *L. huidobrensis*. Tingkat parasitasi *H. varicornis* terhadap *L. huidobrensis* pada tanaman kentang berkisar sebesar 37,33%. Nisbah kelamin antara jantan dan betina adalah sekitar 1,5 : 1. *H. varicornis* berkisar antara 12-16 hari. Masa telur, larva dan pupa masing-masing 1-2 hari, 5-6 hari, dan 6-8 hari. Masa hidup betina berkisar antara 8-22 hari. Satu ekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 24-42 butir. *Varicornis* merupakan parasitoid yang memiliki potensi sangat besar sebagai pengendali hayati untuk mengendalikan hama pengorok daun Liriomyza di wilayah Indonesia, karena disamping pertimbangan dari faktor fekunditas dan lama umur hidup imago betinanya, *Varicornis* juga merupakan parasitoid lokal yang telah beradaptasi di wilayah Indonesia. Pemanfaatan parasitoid ini dapat dilakukan dengan cara konservasi melalui mengatur pola tanam dan pengaplikasian teknologi pertanian ramah lingkungan. Dengan memperhatikan data tersebut di atas, maka upaya konservasi *H. varicornis* dapat dilakukan di lapangan untuk mengendalikan pengorok daun Liriomyza spp. melalui manipulasi

lingkungan (tritropic levels) yaitu dengan memadukan pengaturan pola tanam dan penerapan teknologi pertanian ramah lingkungan, yaitu: 1) Pengaturan pola tanam, dengan alternatif pilihan sebagai berikut: • Menanam tanaman kacang merah (red bean) atau buncis (snap bean) sebagai tanaman perangkap *Liomyza* sekaligus juga sebagai tempat berkembang biaknya parasitoid *H. varicornis* di area pematang atau pinggiran kebun dan sebaiknya ditanam lebih dulu sebelum penanaman tanaman pokoknya. • Menanam tanaman pada awal musim tanam sehingga jika terserang *Liriomyza* spp. tidak mengakibatkan kerugian secara ekonomis, karena akan menyerang daun yang sudah tua seperti brokoli atau kubis, kemudian pada musim tanam kedua dilanjutkan menanam kentang atau bawang daun yang ditumpang sarikan dengan kacang merah atau buncis. • Melakukan sistem pola tanam tumpang sari, misalnya antara kacang merah dengan kentang, buncis dengan bawang daun atau kubis, dan lain-lain. 2) Menerapkan teknologi pertanian ramah lingkungan (organik) sehingga tidak mengganggu populasi parasitoid di lapangan. Teknologi pertanian ramah lingkungan yang dapat dilakukan dalam budidaya tanaman sayuran dan tanaman hias antara lain adalah: penggunaan pupuk organik baik yang sudah berupa pupuk kompos ataupun masih dalam

bentuk pupuk kandang atau penggunaan pestisida botani dengan memanfaatkan ekstrak dari tumbuhan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman. b) *Opius* sp. *Opius* sp. adalah parasitoid penting hama *L. huidobrensis*. Telurnya berbentuk lonjong, dengan salah satu bagian ujungnya sedikit lebih membesar dibandingkan dengan ujung yang lain. Siklus hidupnya berkisar antara 13-59 hari. Pada masa telur, larva dan pupa masing-masing 2, 6, dan 6 hari. Seekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 49-187 butir. Instar yang sangat cocok untuk perkembangan parasitoid *Opius* sp., adalah instar ke-3. Pada instar ini masa perkembangan parasitoid lebih singkat dan keturunan yang dihasilkan lebih banyak dengan proporsi betina yang lebih tinggi dibanding proporsi jantan. Nisbah dari kelamin jantan dan betina adalah 1:1. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 698/kpts/tp.120/8/1998 Tentang Izin Pemasukan Beberapa Jenis Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Parasitoid Dari Hawaii Ke Dalam Wilayah Negara Republik Indonesia. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu, Institut Pertanian Bogor mendapatkan izin untuk memasukkan 5 (lima) jenis parasitoid dari Hawaii untuk mengendalikan hama *Liriomyza huidobrensis* melalui Bandar Udara Soekarno-Hatta, Jakarta. Jenis-jenis parasitoid yang

dimaksud adalah sebagai berikut : • Diglyphus-
begini, ektoparasitoid larva; • Diglyphus-
intermedius, ektoparasitoid larva; • Chrysocaris-
oscinidus, endoparasitoid larva-pupa; •
Ganaspidium-utilis, endoparasitoid larva-pupa; dan
• Halticoptera-circulus, endoparasitoid larva-pupa.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan keuntungan dan kerugian dalam mengendalikan menggunakan Agensia hayati ?
2. Jelaskan cara pendekatan pengendalian hayati dengan menggunakan teknik-teknik yang ada ?
3. Sebutkan 5 jenis-jenis parasitoid yang anda ketahui dan berikan contohnya ?
4. Jelaskan keberadaan jenis serangga *Opius* sp. Yang digunakan sebagai parasitoid penting hama?
5. Jelaskan mengapa Institut Pertanian Bogor mendapatkan izin untuk memasukkan 5 (lima) jenis parasitoid dari Hawaii ?

PUSTAKA RUJUKAN

- El-Husseini, M.M., E.A. Agamy, A.H. Mesbah, O.O. Efandary, and M.F. Abdalla. 2008. Using *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin in spraying and dusting applications for biological control of sugar beet insect pests in Egypt. Egypt J. of Biol. Pest Control. 14(1): 265-275.
- Flint L. M dan Van den Bosch. R, (2000). Pengendalian Hama Terpadu, Sebuah Pengantar. Kanisius. Yogyakarta.
- Fuxa and Tanada. 1987. Epizootiology of Insect Diseases. John Wiley. New York.
- Gerhardson, B. 2002. Biological substitutes for pesticides. Trends Biotechnol. 20:338-343.
- Hadiwiyono. 1999. Jamur akar gada (*Plasmodiphora brassicae* Wor.) pada cruciferae: uji toleransi inang dan pengendaliannya secara hayati dengan Trichoderma.
- Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia; Purwokerto, 16-18 September 1999. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman. p. 365-371.
- Harley, K. L. S. and I. W. Forno. 1992. Biological Control of Weeds.

- A Handbook for practitioners and students.
- Herlinda, S. 2010. Spore density and viability of entomopathogenic fungal isolates from Indonesia and their virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Tropical Life Sciences Research*. 21(1): 11-19.
- Hernandez, A., I. Fernandez, P. Ana, J. Miranda, F. C. Sandra, N. H. Ana, and J. L. Santander. 1999. Production, purification and diagnosis of siderophores from *Pseudomonas fluorescens* strain J1443. *Tropical Crops*. 20 (1): 21-25.
- Hoy, M. A. and D. C. Herzog. 1985. *Biological Control in Agricultural IPM systems*. Academic Press, New York.
- H. S. Smith. 1919. On Some Phases of Insect Control by the Biological Method. *Journal of Economic Entomology*, Volume 12, Issue 4.
- Imanadi, L. 2012. *Kajian Pengendalian Hama Dengan Nematoda Entomopatogen Steinernema spp. dan Heterorhabditis spp.* Balai Besar Karantina Pertanian Surabaya: Surabaya.

BAB VII: KEUNGGULAN DAN KEUNTUNGAN PENGENDALIAN HAYATI

Keberhasilan pengendalian hama yang tinggi dengan biaya yang rendah dalam periode waktu yang lama. 2. Agen pengendalian hayati aktif mencari inang atau mangsanya, tumbuh dan berkembang mengikuti dinamika populasi inang atau mangsanya. 3. Pengendalian hayati tidak berpengaruh negatif terhadap manusia dan lingkungan. 4. Beberapa tipe agens pengendalian hayati bisa digunakan sebagai insektisida hayati. 5. Umumnya spesies hama tidak mampu berkembang menjadi resisten terhadap agens pengendalian hayati. Resisten terhadap *Bacillus thuringiensis*, Pupa *Brontispa longisima* mengalami enkapsulasi akibat serangan parasitoid *Tretrastichus brontispae*.

A. Keterbatasan atau Kelemahan Pengendalian Hayati

1) Penelitian awal untuk mencari pemecahan masalah hama dengan pengendalian hayati memerlukan staf teknis dan pakar yang banyak, biaya yang tinggi, waktu yang lama.

2) Hasil pengendalian hayati antara lain turunnya populasi hama sasaran tidak dapat dilihat dengan segera. Organisme Pengganggu (OPT) Utama Target Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba 1) Hama arthropoda, khususnya serangga dan tungau 2) Patogen tanaman 3) Jenis-jenis gulma 4) Lainnya: hama vertebrata, keong atau bekicot Hama dalam arti sempit ialah binatang perusak, antara lain nematoda parasitik tanaman, tungau, serangga, dan binatang vertebrata. Sedangkan, hama dalam arti luas meliputi binatang perusak, patogen tanaman dan gulma. Pengendalian hayati sebagai ilmu pengetahuan akan membahas tentang peranan musuh alami dalam mengatur banyaknya inang, khususnya inang sebagai hama dan pesaing dari tanaman atau hewan.

B. Tipe-tipe Musuh Alami Musuh alami dari hama adalah musuh hama yang berasal dari alam berupa parasitoid, predator dan patogen.

Jika suatu musuh alami ini telah diteliti secara mendalam sehingga diyakini kehandalannya dan layak sebagai faktor pengendali populasi suatu hama yang efektif maka musuh alami tersebut dapat disebut sebagai agens pengendalian hayati (biological control agents). 1) Parasitoid dan predator: a. Serangga dan tungau (kelompok utama)

b. Lainnya: keong dan vertebrata 2) Patogen : virus, bakteri (dan racunnya), fungi, protozoa dan nematoda

Definisi singkat musuh alami

a. Patogen : suatu mikroorganisme yang hidup dan makan (memarasit) pada atau di dalam suatu organisme inang yang lebih besar dan menyebabkan inangnya sakit atau mati.

b. Predator : suatu binatang yang makan binatang lain sebagai mangsa, baik tubuhnya lebih kecil maupun lebih besar daripada dirinya.

c. Parasitoid : suatu serangga parasitik yang hidup di dalam atau pada serangga (atau arthropoda lain) inang yang tubuhnya lebih besar dan akhirnya membunuh inangnya.

Perbandingan antara suatu serangga parasit (istilah kesehatan) dengan suatu serangga parasitoid; parasit misalnya nyamuk malaria, parasitoid misalnya *Trichogramma* spp.

- 1) Parasitoid biasanya menghancurkan inangnya selama periode pertumbuhan dan perkembangannya, sedangkan parasit tidak.
- 2) Inang parasitoid biasanya termasuk dalam kelas taksonomik (serangga) yang sama; sedangkan untuk parasit tidak.
- 3) Parasitoid dewasa hidup bebas sementara itu hanya stadia pradewasa saja yang parasitik, sedang pada parasit tidak.
- 4) Parasitoid berkembang hanya pada satu individu inang selama stadia pradewasa, sedangkan parasit selalu berganti-ganti inang.
- 5) Dalam hal dinamika populasi,

parasitoid mirip dengan serangga predator, sedangkan untuk parasit tidak.

1. Biologi dan Impek Predator

Predator adalah suatu binatang yang memakan binatang lain sebagai mangsanya, baik yang tubuhnya lebih kecil maupun lebih besar atau yang tubuhnya lebih lemah daripada dirinya.

a. Karakteristik predator

- 1) Suatu predator pradewasa makan sejumlah mangsa selama proses pertumbuhan dan perkembangannya hingga mencapai dewasa.
- 2) Kecuali stadia telur atau kepompong, semua stadia hidup predator hidup bebas.
- 3) Telur predator biasanya diletakkan di dekat koloni mangsanya.
- 4) Begitu menetas dari telur, nimfe atau larva predator aktif mencari, menangkap dan membunuh serta memakan mangsanya.
- 5) Banyak predator karnivorus baik nimfe atau larva maupun stadia dewasanya, kecuali beberapa yang tidak misalnya lalat sirfid.

b. Perilaku makan predator

Berdasarkan mekanisme memakan:

- 1) Predator yang mempunyai alat mulut penggigit pengunyah, memakan dan menelan mangsanya. Contoh: kumbang kubah, kumbang karab, belalang sembah.
- 2) Predator yang mempunyai alat pencucuk penghisap, menusukkan stiletnya kedalam tubuh mangsa kemudian darahnya dihisap hingga habis. Predator ini sering mempunyai racun yang kuat dan enzim pencernaan yang menyebabkan mangsanya

lumpuh. Contoh: larva lalat jala, larva sirfid, dan kepik pentatomid Berdasarkan kisaran inang: 1) Monofagus: suatu jenis predator yang sangat membatasi kisaran inangnya. Kadang-kadang terbatas pada satu jenis inang saja. Contoh: kumbang *Vedalia*. 2) Oligofagus: suatu jenis predator yang agak membatasi kisaran inangnya. Terbatas pada beberapa jenis inang. Contoh: kumbang kubah pemakan afid dan sirfid. 3) Polifagus: suatu jenis predator yang kisaran inangnya lebar. Kadang-kadang terbatas pada satu jenis inang saja. Contoh: Lalat jala hijau dan belalang sembah.

c. Ordo serangga yang termasuk predator Semua ordo serangga termasuk predator terkecuali Anoplura, Isoptera, Protura, Embioptera, Zoraptera, Mallophaga, Homoptera dan Siphonaptera.

d. Araneae dan Acari predator Penelitian yang dilakukan tentang efektivitas laba-laba sebagai predator masih sangatlah terbatas. Namun, telah banyak studi yang menunjukkan bahwa laba-laba tidak beradaptasi terhadap fluktuasi populasi suatu spesies hama. Laba-laba dinilai sebagai suatu stabilisator komunitas invertebrata oleh karena laba-laba berubah memangsa dari satu jenis mangsa ke jenis mangsa yang lain ketika jenis mangsa lain tersebut tersedia cukup banyak. Perhatian paling banyak justru dicurahkan terhadap tungau fitoseiid

sebagai predator tungau tetranisid. Tungau predator dapat hidup pada populasi mangsa yang sangat rendah karena ukurannya yang relatif kecil. Contoh dari tungau predator fitosiid adalah *Phytoseiulus persimilis* dan *Amblyseius fallacis*. e. Aspek biologis serangga predator

- 1) Stadia hidup a. Telur; diletakkan oleh induknya secara berkelompok atau tunggal b. Nimfa atau larva; bagian-bagian tubuhnya dimodifikasi jika dibanding dengan serangga fitofagus. Posisi mulut menjadi datar atau horisontal dan untuk memudahkan menangkap mangsa kaki depan menjadi raptorial. Usus menjadi lebih panjang dan glandula saliva menghasilkan sekresi alkalin yang berfungsi untuk melumpuhkan mangsa pada saat memangsanya. Dalam beberapa kasus ditemui alat mulut nimfe atau larva predator ini berkembang menjadi alat yang efektif untuk menghisap darah mangsanya. c. Imago; kadang mempunyai jenis mangsa yang sama dengan stadia pradewasa, tetapi juga lain misalnya polen.
- 2) Hubungan predator dengan mangsa a. Daya cari; predator merespon tanda-tanda pengenal (cues) lingkungan untuk menuju ke mangsanya. habitat → penemuan mangsa → penerimaan mangsa → kesesuaian atau kecocokan mangsa. b. Kebanyakan predator imago memerlukan sejumlah minimum mangsa untuk menghasilkan telur dan meletakkan telurnya. Sejumlah minimum

mangsa ini harus dimakan oleh stadia pradewasa predator untuk memenuhi kebutuhan energi dalam mempertahankan hidup, mencari mangsa, serta tumbuh dan berkembang. Banyaknya mangsa yang diperlukan suatu predator tergantung pada: b.1. ukuran tubuh predator b.2. lamanya mencari mangsa dan aktivitas lain b.3. ukuran tubuh mangsa dan kualitas nutrisinya c. Mudah tidaknya mangsa ditemukan oleh predator tergantung pada: c.1. efisiensi mencari oleh predator c.2. tingkat populasi mangsa c.3. distribusi spasial mangsa c.4. kesulitan atau hambatan yang dialami predator di dalam habitat mangsa

3) Tempat bertelur dan stadia predator

a. Telur diletakkan di dekat mangsa: (1) hanya stadia pradewasa saja yang predator, contoh: Diptera (*Syrphidae* dan *Cecidomyiidae*), Hymenoptera (*Sphecidae*), (2) stadia pradewasa dan imago sebagai predator dengan tipe mangsa sama, contohnya: Neuroptera (*Chrysopidae*, *Hemerobiidae*, *Coniopterygidae*), Thysanoptera, Coleoptera (*Coccinellidae* pemangsa afid, *Coccidulinae* pemangsa koksid, *Chilocorinae*, *Sticholotinae*, *Scymninae*), dan (3) stadia pradewasa dan imago sebagai predator dengan tipe mangsa yang berbeda, contoh: Diptera (*Anthomyiidae*).

b. Telur hanya diletakkan di lingkungan umum mangsanya: (1) hanya stadia pradewasa saja yang predator,

contoh: Diptera (Culicidae, Tipulidae, Chironomidae, Tabanidae dan Bombyliidae; biasanya akuatik seperti Plecoptera, Trichoptera, beberapa Neuroptera (Corydalidae), (2) stadia pradewasa dan imago sebagai predator dengan tipe mangsa yang berbeda, contoh: Odonata, Diptera (Asilidae, Dolichopodidae).

c. Telur diletakkan bebas tidak tergantung posisi mangsanya: (1) hanya stadia pradewasa saja yang predator, contoh: Meloidae, (2) stadia pradewasa dan imago sebagai predator dengan tipe mangsa yang sama, contoh: Orthoptera, Thysanura, beberapa Hemiptera, (3) stadia pradewasa dan imago sebagai predator dengan tipe mangsa yang berbeda, contoh: Mantispidae, Raphidoidea, (4) hanya stadia imago saja yang merupakan predator, contoh: Diptera, Mecoptera dan Hymenoptera (host feeding).

Resume

Pendekatan Pengendalian Hayati Seperti halnya cara pengendalian jasad pengganggu pada umumnya, dalam Pengendalian Hayati dikenal beberapa teknik yang diterapkan berdasarkan daerah asal, kondisi ekosistem setempat dan kepentingan ekonomi. Secara garis besar ada tiga pendekatan dalam pemanfaatan agens pengendali hayati yaitu :
Introduksi, Konservasi dan Augmentasi. 1. Introduksi • Introduksi adalah memindahkan atau

mendatangkan musuh alami dari satu daerah ke daerah baru. Contoh, untuk mengendalikan hama bukan hama asli di suatu daerah tersebut sehingga musuh alami tidak ada. Sebagai contoh, *Curinus coeruleus* adalah musuh alami kutu loncat pada lamtoro.

2. Konservasi • Konservasi adalah upaya untuk memelihara dan meningkatkan keefektifan musuh alami yang telah ada di daerah tersebut. Contoh, perbaikan bercocok tanam, penyediaan (polen, nektar, air) dan menghindari penggunaan pestisida berspektrum luas.

3. Augmentasi • Augmentasi adalah penambahan jumlah musuh alami melalui pelepasan musuh alami dilapang dengan tujuan untuk lebih meningkatkan perannya dalam menekan populasi OPT. Ada beberapa pendekatan dalam augmentasi yaitu : misalnya Inokulasi : adalah penambahan musuh alami dalam jumlah sedikit karena populasi hama dilapang masih rendah. Diharapkan nantinya musuh alami tersebut dapat berkembang untuk menekan OPT.

a. Inundasi adalah penambahan musuh alami dalam jumlah banyak, dengan tujuan dapat menurunkan OPT. Didalam pelaksanaannya perlu dilakukan beberapa kali pelepasan musuh alami.

b. Eksplorasi adalah mengumpulkan calon agens hayati yg dapat diambil dari rhizosphere, phyllospere dan bagian tanaman yg tidak menunjukkan gejala

penyakit (sample tanah atau bahan tanaman). a. Isolasi adalah pemisahan mikroorganismenya yang diinginkan dari habitatnya. b. Formulasi adalah dalam aplikasinya agens hayati harus dicampur dengan bahan lain tetapi tidak mengganggu cara kerja dan efektifitasnya (cairan, tepung, dll) Dalam pemanfaatan Agens Hayati, sebagai sarana pengendalian di lapangan perlu disesuaikan dengan sifat atau jenis Agens Hayati, OPT, dan jenis tanamannya Di Indonesia pengendalian hayati terhadap OPT tanaman telah dilakukan sejak tahun 1925. Salah satu keberhasilan penggunaan musuh alami di Indonesia adalah pengendalian hama *Plutella xylostella* L. pada tanaman kubis dengan parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen. Di beberapa negara maju, produk musuh alami sudah diperjualbelikan. Sebagai contoh, Koppert BV salah satu perusahaan di Belanda yang memproduksi predator, parasitoid dan produk lainnya telah memproduksi lebih dari 30 macam musuh alami. Jutaan musuh alami telah dikirim ke 40 negara di seluruh dunia. Pada tahun 2002 nilai pasar untuk produk musuh alami di dunia lebih besar dari 700 milyar Pengendalian alami dan pengendalian hayati

- Pengendalian alami, adalah pengendalian hama oleh faktor-faktor fisik (abiotik) dan organisme hidup (biotik).
- Pengendalian hayati, yaitu pengendalian

hama oleh musuh-musuh alami. Musuh alami hama : parasitoid, pemangsa (predator) dan patogen serangga. Pengendalian hayati • Pengendalian hayati klasik Musuh-musuh alami dimasukkan (diimpor) dari luar daerah atau negeri • Pengendalian hayati alami Musuh-musuh alami sudah ada di daerah tersebut Keuntungan: • Relatif murah dan sangat menguntungkan • Aman terhadap lingkungan, manusia dan hewan berguna • Berdaya guna (efektif) dalam pengendalian hama sasaran • Efisiensi dalam jangka panjang (tidak memerlukan ulangan pengendalian). • Kompatibel atau dapat digabungkan dengan cara-cara pengendalian lainnya. Strategi pengendalian hayati • Introduksi, yaitu musuh alami dimasukkan (diimpor) dari luar negeri atau luar daerah. • Augmentasi, yaitu meningkatkan jumlah (populasi) musuh alami yang sudah ada di lapang dengan cara melepaskan musuh alami yang berasal dari pemeliharaan di laboratorium. • Inokulasi (suntikan), yaitu pelepasan musuh alami pada awal musim tanam, untuk mencegah peningkatan populasi hama. • Inundasi, yaitu musuh alami digunakan (dilepaskan) pada saat kritis, seperti halnya dengan penggunaan pestisida. • Pelestarian (konservasi), yaitu semua upaya yang bertujuan untuk melestarikan (memelihara) musuh alami yang sudah ada di lapang Dengan

memanfaatkan musuh alami. Pada kentang, Musuh alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama penggorok daun antara lain adalah: a) *Hemiptarsenus varicornis* *Varicornis* (*Hymenoptera* : *Eulophidae*) adalah parasitoid penting pada hama *Liriomyza huidobrensis*. Parasitoid tersebut dapat di temukan pada seluruh areal pertanaman kentang yang terserang *L. huidobrensis*.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan Secara garis besar ada tiga pendekatan dalam pemanfaatan agens pengendali hayati ?
2. Jelaskan perbedaan antara Introduksi, Augmentasi dan Konservasi ?
3. Jelaskan musuh alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama penggorok daun ?
4. Jelaskan pengendalian secara biotik dan secara abiotik, dan berikan contohnya ?
5. Jelaskan dan berikan contohnya pengendalian hayati dengan menggunakan musuh alami (serangga) ?

PUSTAKA RUJUKAN

- Agrios. G. N., 1995. Ilmu Penyakit Tumbuhan (terjemahan edisi ketiga). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Anonim. 1978. Matera Medika Indonesia. Jilid II. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Anonim, 2002. Model Budidaya tanaman Sehat (Budidaya Tanaman Sayuran Secara Sehat Melalui Penerapan PHT), Dirjen Perlindungan Tanaman. Jakarta
- Anonymous. (1994). Integrated Pest Management Practices on 1991: Fruits and Nuts. RTD Updates Pest Management. USDA-ERS.
- Baker, K. F. and R. J. Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens.
- Freeman. W. H. San Fransisco. Bevivino, A., C. Dalmastri, S. Tabacchioni, and L. Chiarini. 2000. Efficacy of *Burkholderia cepacia* MCI7 in disease suppression and growth promotion of maize. *Biology and Fertility of Soils Journal*. 31(3-4):225-231.
- Boucias and Pendland. 1998. Principle of Insect Pathology. Kluwer Academic. London. 550 pp.
- Canhilal, R., and G. R. Carner. 2007. *Bacillus thuringiensis* as a pest management tool for

- control of the squash vine borer, *Melittia cucurbitae* (Lepidoptera: Sesiidae) in South Carolina. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114: 26–29.
- Coates, B.S., R.I. Hellmich, and L.C. Lewis. 2002. Allelic variation of a *Beauveria bassiana* (Ascomycotina: Hyphocreales) minisatellite is independent of host range and geographic origin. *Genome*. 45(1): 125- 132.
- Cook, R. J. and K. F. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Patogens*. The APPS Press. St. Paul Minnesota.
- Coppel, H. C. and J. W. Mertins. 1977. *Biological Insect Pest Suppression*. Springer-Verlag, New York.
- Daud, I.D. 2008. Pathogenicity test of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Monilliales: Monilliaceae) in powder and pellet form which store in various time to larvae instar III *Helicoverpa armigera* Hbr. (Lepidoptera: Noctuidae). *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*, 5 Nopember 2008. hlm. 17-25.
- Davis, D. W., S. C. Hoyt, J. A. McMurtry, and M. T. AliNiasee. 1979. *Biological Control and Insect Pest Management*. University of California.

- Deacon, J. W. 1997. *Modern Micology*. Blackwell Science. New York.
- DeBach, P. 1964. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Reinhold Publising. New York.
- El-Husseini, M.M., E.A. Agamy, A.H. Mesbah, O.O. Efandary, and M.F. Abdalla. 2008. Using *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin in spraying and dusting applications for biological control of sugar beet insect pests in Egypt. *Egypt J. of Biol. Pest Control*. 14(1): 265-275.
- Flint L. M dan Van den Bosch. R, (2000). *Pengendalian Hama Terpadu, Sebuah Pengantar*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fuxa and Tanada. 1987. *Epizootiology of Insect Diseases*. John Wiley. New York.
- Gerhardson, B. 2002. Biological substitutes for pesticides. *Trends Biotechnol*. 20:338–343.
- Hadiwiyono. 1999. Jamur akar gada (*Plasmodiphora brassicae* Wor.) pada cruciferae: uji toleransi inang dan pengendaliannya secara hayati dengan *Trichoderma*.
- Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia; Purwokerto, 16-18 September 1999. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman. p. 365-371.
- Harley, K. L. S. and I. W. Forno. 1992. *Biological Control of Weeds*.

- A Handbook for practitioners and students.
- Herlinda, S. 2010. Spore density and viability of entomopathogenic fungal isolates from Indonesia and their virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Tropical Life Sciences Research*. 21(1): 11-19.
- Hernandez, A., I. Fernandez, P. Ana, J. Miranda, F. C. Sandra, N. H. Ana, and J. L. Santander. 1999. Production, purification and diagnosis of siderophores from *Pseudomonas fluorescens* strain J1443. *Tropical Crops*. 20 (1): 21-25.
- Hoy, M. A. and D. C. Herzog. 1985. *Biological Control in Agricultural IPM systems*. Academic Press, New York.
- H. S. Smith. 1919. On Some Phases of Insect Control by the Biological Method. *Journal of Economic Entomology*, Volume 12, Issue 4.
- Imanadi, L. 2012. *Kajian Pengendalian Hama Dengan Nematoda Entomopatogen Steinernema spp. dan Heterorhabditis spp.* Balai Besar Karantina Pertanian Surabaya: Surabaya.
- Indriyati. 2009. Virulensi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina : Hyphomycetes) terhadap kutu daun (*Aphis* spp.) dan kepik hijau (*Nezara viridula*). *J. HPT Tropika*. 9(2): 92-98.
- Jeffries, P. Young, T. W. K. 1994. *Interfungal Parasitic*

- Relationships. CAB International. Michigan.
- Jumar. 2000. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kaur, G. and V. Padmaja. 2008. Evaluation of *Beauveria bassiana* isolates for virulence against *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera : Noctuidae) and their characterization by RAPDPCR. African Journal of Microbiology Research. 2 : 299-307.
- Keputusan Menteri Pertanian No. 698/kpts/tp.120/8/1998.
- Mangoendihardjo, S. dan E. Mahrub. 1983. Diktat Kuliah Pengendalian Hayati.
- Mcgurire, R.M., M. Ulloa, Y. Park, and N. Hudson. 2005. Biological and molecular characteristic of *Beauveria bassiana* isolates from California *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) populations. Bio. Cont. 33: 307-314.
- Mendes, R., A. A. Pizzirani-Kleiner, W. L. Araujo, and J. M. Raaijmakers. 2007. Diversity of cultivated endophytic bacteria from sugarcane : genetic and biochemical characterization of *Burkholderia cepacia* complex isolates. Appl. Environ. Microbiol. 73 : 7259-7267.
- Meyer, J. M., V. Tran, A. Stinzi, O. Berge, and G. Winkelman. 1995. Ornibactin production and transport properties in strains of *Burkholderia cepacia* and *Burkholderia vietnamienses* (formely

- Pseudomonas cepacia*). *Biometal*. 8 : 309-307.
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan pestisida ramah lingkungan*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Nugrohorini. 2010. Eksplorasi Nematoda Entomopatogen Pada Beberapa Wilayah di Jawa Timur. *Jurnal Pertanian MAPETA XII (2)*: 72-144.
- Nunilawati, H., S. Herlinda, C. Irsan, and Y. Pujiastuti. 2012. Eksplorasi, isolasi, dan seleksi jamur entomopatogen *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada pertanaman caisin (*Brassica chinensis*) di Sumatera Selatan. *J. HPT Tropika*. 12(1): 1-11.
- Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma and Gliocladium: Biology, Ecology, and Potential for Biocontrol*. Annual Review of Phytopathology.
- Reddy, N. P., A. P. A. Khan, K. U. Devi, S. V. John, and H. C. Sharma. 2008. Assessment of the suitability of Tinopal as an enhancing adjuvant in formulations of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. *J. Pest Management Science*. 3: 15-19.
- Ridgway, R. L. and S. B. Vinson. 1976. *Biological Control by Augmentation of Natural Enemies. Insect and Mite Control with Parasites and Predators*. Plenum Press, New York.
- Rukmana. R. dan Sugandi. 2002. *Hama Tanaman dan*

- Teknik Pengendaliannya, Kanisius. Yogyakarta.
- Safavi, S. A., A. Kharrazi, G. H. R. Rasoulian, and A. R. Bandani. 2010. Virulence of some isolates of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, on *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. J. Agr. Sci. Tech. 12 : 13-21.
- Salim, W., S. Christanti, dan B. Hadisutrisno. 2003. Pengimbasan ketahanan pisang terhadap penyakit layu fusarium dengan *Burkholderia cepacia*. Agrosains. 5 (2) : 72-79.
- Saito, T. and K. Sugiyama. 2005. Pathogenicity of three Japanese strains of entomopathogenic fungi against the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Appl. Entomol. Zool. 40 (1) : 169-172.
- Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia, Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2001. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Shahid, A. A., A. Q. Rao, A. Bakhsh, and T. Husnain. 2012. Entomopathogenic fungi as biological controllers: New insights into their virulence and pathogenicity. Arch. Biol. Sci. 64 (1) : 21-42.
- Simmonds, F. J. 1970a. Common wealth Agricultural Bureaux. Inst. Of Biol. Control. Annual report of

- work carried out during 1970.
- Simmonds, F. J. 1970b. Common w. Inst. Biol. Control, Trinidad, Misc. Publ. 1.
- Sopialena & Rosfiansyah. 2014. Pemberian *Beauveria bassiana* dalam mengendalikan hama pada tanaman padi. Laporan Penelitian hibah kemenristek dikti.
- Sopialena & Rosfiansyah. 2014. Penggunaan *Trichoderma* sp. untuk pengendalian penyakit pada tanaman tomat. Laporan penelitian hibah kemenristek dikti.
- Stern V. M., van den Bosch R. Field experiments on the effects of insecticides. Hilgardia. 1959. 29 (2) : 103-30.
- Sunarjono, H. 1977. Budidaya Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Soerongan, Jakarta.
- Suryadi, A. Rosfuansyah. Sopialena. Sopian. 2017. The soil properties effect on the existence of entomopathogenic nematodes in the palm oil rizosphere with sediment in kutai kartanegara. Laporan penelitian hibah kemenristek dikti.
- Thungrabeab, M. and S. Tongma. 2007. Effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Balsamo) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch) KMITL. Science Technology. 7(S1): 12-17.
- Tran Van V., O. Berge, S. K. Ngo, J. Balandreau, and T. Heulin. 2000. Repeated beneficial effects of rice

- inoculation with a strain of *Burkholderia vietnamiensis* on early and late yield components in low fertility sulphate acid soils of Vietnam. *Plant Soil*. 218 : 273-284.
- Untung, 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Van den Bosch, P. S. Messenger, A. P. Guitierrez. 1982. *An Introduction to Biological Control*. Plenum Press. New York.
- Wagiman, F. X. 2006. Pengendalian Hayati Hama Kutu Perisai Kelapa dengan Predator *Chilocorus politus*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yasin, M., Soenartiningsih, Surtikanti, dan Syamsuddin. 1999. Pengendalian hama penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* Guenee dengan cendawan *Beauveria bassiana* Vuillemin. *Jurnal Stigma*. 7(2): 48-51.
- Zaki, K., I. J. Misaghi, A. Heydary, and M. N. Shatla. 1998. Control of Cotton Seedling Damping-off in the Field by (*Pseudomonas*) cepacia AMMD of Four Pea Cultivars. *Plant Disease*. 82 : 291-193. , 2004. Pedoman Peendalian Penyakit Tugro Pada Tanaman Padi. Direktorat Perlindungan Pangan, Dirjen Tanaman Pangan Deptan. Jakarta. *)

Debach, P. and D. Rosen. 1991. *Biological Control by Natural Enemies*, 2nd ed. Cambridge University Press, Sydney. *) Tanada and Kaya. 1993. *Insect Pathology*. Academic. New York.