



Seri 5

#2

TREN BARU BIOPESTISIDA UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

Editor:

Prima Gandhi | Ugi Sugiharto
Nurina Endra Purnama | Triyanto



Seri 5

TREN BARU BIOPESTISIDA UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

TREN BARU BIOPESTISIDA UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

Penulis:

Prima Gandhi | Suwandi | Dadang | Yusup Hidayat | Eka Candra Lina
Mohammad Takdir Mulyadi | Suputa | Anton Yustiano
Willing Bagariang | Irita Rahayu Aryati | Henky Putra Jahidin
Ahmad Zainuri Soche | Jaja Kardia | Kusman | Anden | Suyanto



Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia

C.01/12.2022

Judul Buku:

Tren Baru Biopestisida untuk Pertanian Berkelanjutan

Penulis:

Prima Gandhi | Suwandi | Dadang | Yusup Hidayat | Eka Candra Lina
Mohammad Takdir Mulyadi | Suputa | Anton Yustiano | Willing Bagariang
Irita Rahayu Aryati | Henky Putra Jahidin | Ahmad Zainuri Soche | Jaja Kardia
Kusman | Anden | Suyanto

Editor:

Prima Gandhi | Ugi Sugiharto
Nurina Endra Purnama | Triyanto

Korektor:

Siti Julaehta

Sumber Foto:

Vince Veras on Unsplash

Desain Sampul:

Makhhbub Khoirul Fahmi

Penata Isi:

Mokhammad Zulfatul Basith

Jumlah Halaman:

200 + 20 hal romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Desember 2022

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id

www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-467-502-3

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2022, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

PENGANTAR MENTERI PERTANIAN



Hampir tiga tahun lalu, dunia secara tiba-tiba dihadapkan pada sebuah situasi yang tidak terduga, yakni munculnya wabah Covid-19. Kemunculan wabah yang menjadi pandemi tersebut telah berpengaruh di berbagai sektor kehidupan dan menimpa hampir seluruh negara di dunia, termasuk juga menimpa Indonesia.

Indonesia berupaya untuk bangkit dari keterpurukan akibat pandemi. Namun di balik itu, pandemi telah mengajarkan banyak hal, termasuk mengajarkan untuk menghadapi ujian kebersamaan. Pandemi juga telah mengubah berbagai paradigma dan pendekatan. Dengan adanya paradigma dan pendekatan yang baru, sektor pertanian ikut terdampak dengan adanya tantangan dalam melakukan penyesuaian.

Adanya pandemi tidak menjadikan sektor pertanian lumpuh, sebab pertanian menjadi salah satu sektor penggerak utama perekonomian nasional. Oleh karena itu, ini harus menjadi sektor yang berdiri dan mengambil bagian di depan. Sebab jika pertanian berhenti, kehidupan masyarakat juga akan ikut berhenti. Ada berbagai komoditas di dalamnya yang harus terus tersedia untuk menjadi penyambung kehidupan agar masyarakat terus dapat bergerak di tengah segala pembatasan.

Komoditas tanaman pangan merupakan satu yang cukup sentral untuk diselamatkan di masa pandemi. Keberadaan pangan menentukan hidup matinya masyarakat. Oleh karena itu, paradigma dan pendekatan baru dibutuhkan dalam rangka menjaga keselamatan komoditas pangan

di tengah pandemi. Pendekatan baru tersebut kemudian diejawantahkan dalam sebuah program yang berjudul Bimbingan Teknis dan Sosialisasi (BTS) ProPaktani. Program yang kepanjangannya Pengembang Kawasan Tanaman Pangan Korporasi ini berisi sejumlah agenda yang mengangkat kesejahteraan petani dan berlangsung sesaat menjelang kedatangan pandemi. Setelah adanya pandemi, ProPaktani tetap berjalan dengan berbagai agenda yang harus diselesaikan. BTS ProPaktani merupakan salah satu agenda yang menggunakan pendekatan baru tersebut, yakni dilakukan secara daring.

BTS ProPaktani berisi sosialisasi maupun bimbingan teknis dari berbagai ahli maupun praktisi. Ada banyak sekali para pegiat bidang pertanian tanaman pangan yang memiliki terobosan maupun inovasi terkini. Inovasi dan terobosan tersebut tidak boleh berhenti hanya di pegiat saja, tetapi harus sampai kepada masyarakat luas agar kebermanfaatannya dirasakan oleh semua orang. Oleh karena itu, BTS ProPaktani menjadi ajang para praktisi maupun para ahli dalam menyebarkan berbagai inovasi tersebut.

BTS ProPaktani diikuti oleh peserta yang berasal dari Sabang sampai Merauke. Oleh karena itu, penyebaran informasi yang berbentuk sosialisasi maupun bimbingan teknis bersifat masif. Efektivitas dan efisiensi juga tercapai karena masyarakat dari berbagai pelosok di Indonesia dapat mengikutinya dalam waktu dan kesempatan yang sama.

BTS ProPaktani sebagai sosialisasi dan bimbingan teknis yang dilakukan secara *real time* melalui tayangan konferensi video memiliki jangkauan kepada masyarakat dalam meningkatkan memberikan pengetahuan maupun meningkatkan keterampilan masyarakat atas

inovasi tertentu dalam bidang tanaman pangan. Tentu ada manfaat yang nyata bahwa pelatihan ini akan berdampak kepada peningkatan produksi para petani baik secara kualitas maupun kuantitas.

Namun, kiranya tidaklah cukup memberikan sosialisasi dan bimbingan teknis hanya melalui konferensi video yang terbatas dalam beberapa hal. Oleh karena itu, dilakukan perluasan media agar muatan dari BTS ProPaktani mampu menjangkau masyarakat yang lebih luas dan beragam. Tidak semua masyarakat memiliki kegemaran, waktu, kesempatan, dan keinginan yang sama untuk menjadikan konferensi sebagai media dalam mencari informasi dan pengetahuan. Terdapat berbagai bentuk media lain yang dapat dijadikan alternatif, misalnya buku.

Dengan alasan tersebut, dilakukan alih wahana dari rekaman konferensi video tersebut ke dalam naskah buku. Harapannya, dengan adanya perbedaan media akan menimbulkan pendekatan dan paradigma lain yang memperkaya khazanah penyebaran informasi. Semoga dengan adanya alih wahana ini, substansi yang ada di dalam BTS ProPaktani dengan keragaman dan kekayaan manfaatnya dapat menjaga masyarakat yang lebih luas dengan latar yang lebih beragam.

Jakarta, Oktober 2022

Menteri Pertanian
Syahrul Yasin Limpo

PENGANTAR DIRJEN TANAMAN PANGAN



Berbicara tentang tanaman pangan, kita akan dihadapkan pada sebuah wajah keberlangsungan kehidupan karena pangan selalu berhubungan dengan kehidupan masyarakat, kehidupan manusia. Pangan juga selalu dihadapkan pada masalah yang kompleks. Belum lama ini, berbagai sendi kehidupan termasuk tanaman pangan dihadapkan pada ujian pandemi Covid-19 yang telah mengubah berbagai tatanan yang sebelumnya sudah berlangsung dengan memiliki ketetapan.

Setelah persoalan pandemi melandai dan bangsa ini mulai pulih, persoalan pangan belum juga selesai. Ada sejumlah tantangan yang menjadi PR besar untuk diselesaikan. Persoalan lahan misalnya. Kita tidak dapat menutup mata bahwa konversi lahan terus berlangsung dan terjadi peningkatan pada setiap tahunnya. Lahan produktif yang digunakan untuk budi daya tanaman pangan secara perlahan, tetapi pasti terus beralih fungsi menjadi lahan nonproduktif baik itu untuk kawasan industri, bisnis, maupun perumahan.

Belum lagi ada persoalan lainnya yang juga menjadi tantangan besar, yaitu masalah penduduk. Indonesia terus mengalami kenaikan jumlah penduduk. Kenaikan ini tentu saja diiringi dengan jumlah permintaan pangan yang terus meningkat. Sementara itu, penurunan tingkat konsumsi masyarakat merupakan pendekatan yang sejauh

ini belum menghasilkan angka signifikan. Mengubah paradigma dan budaya masyarakat untuk mengalihkan jenis pangan pokok bukanlah pendekatan yang mudah dan dibutuhkan waktu yang tidak sebentar.

Dari persoalan-persoalan yang ada, kata kunci yang kemudian diambil merupakan peningkatan produktivitas. Peningkatan produktivitas pertanian merupakan keniscayaan untuk menghadapi berbagai tantangan di atas agar Indonesia dapat terus menjaga ketersediaan pangan guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Untuk mewujudkannya, beberapa telah dan terus pendekatan dilakukan.

Ekstentifikasi lahan adalah salah satu pendekatan yang diambil. Meskipun belum mampu menyamai angka penurunan lahan produktif akibat adanya alih fungsi, nyatanya ekstentifikasi pertanian mampu memberikan sumbangan produktivitas. Pemanfaatan lahan potensial, penggunaan lahan marginal, merupakan langkah-langkah ekstentifikasi yang terus dilakukan dan dikembangkan.

Intensifikasi juga menjadi pendekatan berikutnya. Dengan lahan yang semakin terbatas, para ahli dan praktisi terus berlomba untuk semakin memanfaatkan lahan yang sempit itu. Berbagai inovasi terus dan semakin terlihat dengan adanya penemuan varietas-varietas unggul baru, pemanfaatan secara lebih optimal dengan menaikkan indeks pertanaman (IP), mekanisasi pertanian, serta pembangunan dan revitalisasi sarana dan prasarana pertanian yang dilakukan secara menyeluruh.

Pendekatan-pendekatan tersebut telah berhasil dilakukan sehingga meningkatkan produktivitas pertanian tanaman pangan. Hal ini tidak lepas dari adanya kerja sama yang solid dari para pemangku kepentingan secara lintas sektor. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan selalu berupaya untuk melakukan jalinan kerja sama guna mewujudkan tujuan tersebut.

Selain itu, dalam upaya mewujudkan peningkatan produktivitas pertanian, Ditjen Tanaman Pangan telah melakukan berbagai program yang sejalan dengan arahan Presiden dan tentunya Menteri Pertanian. Ada berbagai program yang dilakukan baik itu berupa bantuan kepada para petani maupun program lainnya baik secara nyata maupun *soft skill*. Di antara program peningkatan *soft skill* (juga *hard skill*) yang dilakukan oleh Ditjen Tanaman Pangan adalah adanya sosialisasi dan pelatihan terhadap para petani maupun para praktisi. Misalnya dengan dilaksanakannya Bimbingan Teknis dan Sosialisasi (BTS) ProPaktani yang diberikan kepada masyarakat. BTS ProPaktani yang diselenggarakan secara daring ini memberikan pengetahuan maupun pelatihan kepada masyarakat agar kemampuan maupun keterampilan dalam melakukan produksi pertanian terus meningkat yang muaranya tentu pada peningkatan produktivitas pertanian.

Namun, BTS Propaktani yang diselenggarakan secara daring tersebut dirasa belum cukup dengan berbagai keterbatasan yang ada padanya. Oleh karena itu, untuk menutupi keterbatasan tersebut, dilakukanlah suatu kegiatan konversi dari bentuk bimbingan teknis dan sosialisasi secara daring menjadi bentuk naskah. Itulah alasan yang melatari penulisan Seri Buku Propaktani ini, agar sasaran BTS ProPaktani lebih luas lagi, khususnya dalam menjangkau masyarakat yang senang membaca.

Jakarta, Oktober 2022

Direktur Jenderal Tanaman Pangan
Suwandi

DAFTAR ISI

PENGANTAR MENTERI PERTANIAN	v
PENGANTAR DIRJEN TANAMAN PANGAN.....	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1.	
Pestisida Nabati, Agens Pengendali Biologi Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis dan Sosialisasi ProPaktani Episode 403	1
Pembuatan Pestisida Nabati Murah dan Adaptif.....	1
Praktik Pembuatan Pestisida Nabati	33
Penggunaan Pestisida Nabati pada Pertanian Organik	38
BAB 2.	
Pengelolaan Hama <i>Spodoptera frugiperda</i>	41
Identifikasi <i>Spodoptera frugiperda</i> dan Musuh Alaminya	41
Pengendalian <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Menggunakan Pestisida Kimia secara Bijaksana	48
BAB 3.	
Kembali ke Alam, Gunakan Pestisida Nabati Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis dan Sosialisasi ProPaktani Episode 567	71
Pestisida Nabati dalam Perspektif Ekologi Pertanian.....	71
Formulasi Insektisida Botani, Pengembangannya	92
Testimoni Penggunaan Pestisida Nabati.....	109

BAB 4.

**Pengendalian OPT Ramah Lingkungan Pemaparan Narasumber
Webinar Bimbingan Teknis dan Sosialisasi ProPaktani**

(15 Juli 2021)	115
<i>Keynote Speech</i> Direktur Jenderal Tanaman Pangan.....	115
Kebijakan Perlindungan Tanaman Pangan dalam Pengendalian Ramah Lingkungan.....	120
Konsep Pengembangan Pestisida Biologi	132
Kebijakan Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura di Provinsi Jawa Barat.....	146
Tindakan Pencegahan Serangan Tikus melalui Fermentasi Urin Sapi sebagai bahan pengendali (<i>Repellent</i>).....	167

BAB 5.

**Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Padi di Provinsi
Jambi Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis
dan Sosialisasi ProPaktani Episode 531**

Program PHT di Provinsi Jambi.....	177
Dukungan LPHP pada PHT Padi di Provinsi Jambi	182
Implementasi PHT pada Pertanaman Padi di Provinsi Jambi.....	189

DAFTAR PUSTAKA	195
-----------------------------	------------

DAFTAR TABEL

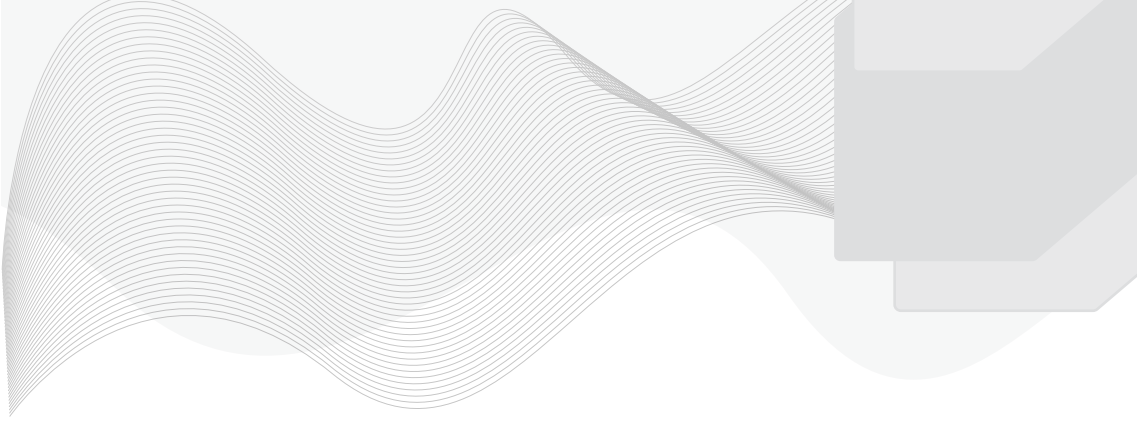
Tabel 1. Indeks polaritas pelarut	19
Tabel 2. Kelarutan azadirachtin di beberapa pelarut	21
Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan pestisida nabati dan kimia	35
Tabel 4. Intensitas serangan dan ambang ekonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> pada semua kelompok umur	53
Tabel 5. Pestisida botani yang berpotensi mengendalikan ulat grayak	57
Tabel 6. Mortalitas larva instar 3 <i>Spodoptera frugiperda</i>	60
Tabel 7. Pergiliran insektisida dengan MoA berbeda	62
Tabel 8. Perbedaan antara pestisida nabati dan sintetik	77
Tabel 9. Risiko penggunaan pestisida nabati	89
Tabel 10. Target produksi 2021	121
Tabel 11. Luas serangan OPT padi di Jawa Timur	156
Tabel 12. Prakiraan daerah sebar serangan tikus	158
Tabel 13. Luas pengendalian OPT tikus di Jawa Timur	160
Tabel 14. Program PHT di Provinsi Jambi dari dana APBN	178
Tabel 15. Program PHT di Provinsi Jambi dari dana APBD	179
Tabel 16. Dokumentasi kegiatan UPTD-BPTPH Provinsi Jambi	181

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peran metabolit sekunder pada tanaman	5
Gambar 2. Efek antifidan ekstrak benzene daun kipait	11
Gambar 3. Proses destilasi untuk minyak atsiri	19
Gambar 4. Proses ekstraksi dengan teknik pelarut air.....	22
Gambar 5. Proses pembuatan ekstrak daun kipait.....	23
Gambar 6. Proses ekstraksi dengan pelarut organik.....	27
Gambar 7. Ekstraksi dengan teknik <i>pressing</i>	28
Gambar 8. Hasil ekstraksi dengan teknik <i>pressing</i>	28
Gambar 9. Kategori minyak nabati.....	29
Gambar 10. Proses ekstraksi dengan teknik destilasi	30
Gambar 11. Formulasi pestisida nabati	31
Gambar 12. Siklus hidup ulat grayak (sumber: https://nufarm.com/id/ulat-faw/)	43
Gambar 13. Struktur morfologi ulat grayak	43
Gambar 14. Hasil <i>sequencing</i> DNA <i>Spodoptera frugiperda</i>	45
Gambar 15. Persebaran FAW di dunia	48
Gambar 16. Prakiraan OPT utama jagung pada masa tanam 2022	50
Gambar 17. Pengendalian hama secara kimiawi.....	52
Gambar 18. Informasi efikasi bahan aktif pestisida dan risikonya.....	54
Gambar 19. Kajian ulat grayak <i>Spodoptera frugiperda</i> di BBPOPT	55
Gambar 20. Uji pestisida nabati (ekstrak daun mimba)	56
Gambar 21. Uji insektisida klorantraniliprol pada larva instar 2–3	58

Gambar 22. Uji lapangan <i>klorantraniliprol</i> pada <i>Spodoptera frugiperda</i>	59
Gambar 23. Uji lapang insektisida pada tanaman jagung di Garut.....	61
Gambar 24. Penampakan telur UGF (<i>S. Frugiperda</i>) di daun.....	63
Gambar 25. Gejala awal serangan <i>S. frugiperda</i>	64
Gambar 26. Gejala serangan larva kecil di tanaman berumur 2 minggu.....	64
Gambar 27. Gejala serangan larva instar 2 dan 3	65
Gambar 28. Kelompok telur <i>S. frugiperda</i>	66
Gambar 29. Gejala serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> pada tanaman berumur 6 minggu.....	67
Gambar 30. Serangan hama pada tanaman jagung berusia 9 minggu	68
Gambar 31. Pola Serangan hama <i>Spodoptera frugiperda</i>	68
Gambar 32. Pemanfaatan mimba (<i>Azadirachtin</i>).....	85
Gambar 33. Sumber bahan aktif dengan destilasi.....	98
Gambar 34. Sumber bahan aktif dengan ekstraksi sederhana	99
Gambar 35. Proses uji kestabilan formulasi.....	102
Gambar 36. Uji toksisitas terhadap hewan uji.....	105
Gambar 37. Uji toksisitas terhadap mikroorganisme uji.....	106
Gambar 38. Uji keamanan terhadap musuh alami	106
Gambar 39. Uji formulasi persistensi	107
Gambar 40. Uji fitotoksik.....	107
Gambar 41. Uji efikasi.....	108
Gambar 42. Langkah penanganan OPT	128
Gambar 43. Langkah penanganan DPI.....	128
Gambar 44. Pemberdayaan petani	130
Gambar 45. Rational pesticide use.....	145
Gambar 46. Struktur organisasi PTPH Jawa Timur	147

Gambar 47. Kegiatan manajemen tanaman sehat.....	155
Gambar 48. Data luas serangan tikus per-kabupaten di Jawa Timur	157
Gambar 49. Strategi pengendalian tikus di Jawa Timur	161
Gambar 50. Pengendalian tikus dengan pertalite	163
Gambar 51. Pengendalian tikus dengan sianida tikus.....	164
Gambar 52. Pengendalian tikus dengan bumbung tikus	165
Gambar 53. Pengendalian tikus dengan rubuha.....	166
Gambar 54. Pengendalian tikus dengan lele/mina padi.....	167
Gambar 55. Skema OPT, gulma, dan penyakit pada padi.....	169
Gambar 56. Luas tambah serangan tikus.....	171
Gambar 57. Kegiatan eksplorasi calon APH	185
Gambar 58. Kegiatan eksplorasi calon APH dari cendawan	186
Gambar 59. Tahapan isolasi dan pemurnian	186
Gambar 60. Identifikasi calon APH	187
Gambar 61. Uji hambat cendawan calon APH	188



BAB 1.

Pestisida Nabati, Agens Pengendali Biologi

Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis
dan Sosialisasi ProPaktani Episode 403

Pembuatan Pestisida Nabati Murah dan Adaptif

Yusup Hidayat - Dosen Universitas Padjadjaran

Keragaman hayati di Indonesia sangat berpotensi dalam pengembangan pestisida nabati sebagai agens pengendali biologi. Pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tanaman. Lebih lanjut, Kumar et al. (2021) menyatakan bahwa pestisida nabati merupakan senyawa alami yang terbentuk secara biologis dan digunakan untuk mengendalikan hama pertanian, baik pada tanaman di kebun, hutan, maupun di tempat lainnya. Pestisida jenis ini dapat juga dikategorikan sebagai pestisida organik alam. Ada banyak sekali bahan-bahan alami yang bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati. Beberapa tanaman yang bisa dijadikan sebagai bahan pestisida nabati antara lain tanaman Mimba, Sirsak, dan Kipait. Tanaman Mimba

atau *Azadirachta Indica* merupakan tanaman yang paling sering diteliti di seluruh dunia terkait pembuatan pestisida nabati. Tanaman lainnya yang juga sering diteliti adalah tanaman Kipait atau *Tithonia Diversifolia* (*Japanese Sunflower*) serta tanaman sirsak atau *Annona Muricata*. Di Indonesia sendiri, tanaman ini cukup mudah untuk di dapat.

Tanaman yang bisa dijadikan sebagai bahan baku pestisida nabati ini memiliki beberapa ciri. Ciri pertama adalah bersifat aromatik. Meskipun tidak semua tanaman yang menjadi bahan baku pestisida nabati bersifat demikian, tetapi kebanyakan bahan baku dari pestisida nabati bersifat aromatik. Tanaman jenis ini biasanya ketika disentuh, lalu diremas dengan tangan, akan mengeluarkan aroma tertentu. Tanaman jenis ini biasanya memiliki potensi untuk menghasilkan minyak atsiri atau *essential oil*. Beberapa contoh tanaman aromatik yang dapat ditemui di Indonesia antara lain daun cengkeh, daun serai wangi, daun serai dapur dan masih banyak lagi. Dalam penelitiannya terkait efektivitas tanaman aromatik, Wiratno *et al.* (2011) menemukan fakta bahwa minyak lengkuas dan serai wangi memiliki efektivitas yang cukup tinggi dalam mengendalikan hama penghisap bunga lada.

Ciri yang kedua adalah memiliki rasa yang pahit. Beberapa tumbuhan Indonesia yang memiliki ciri ini antara lain adalah tanaman kipait, daun pepaya, brotowali, suren, dan masih banyak lagi yang lainnya. Tanaman-tanaman ini juga sudah cukup lazim digunakan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati. Sama halnya seperti rasa sebagian obat-obatan untuk manusia, bahan baku untuk pembuatan pestisida nabati untuk tumbuhan juga memiliki rasa yang pahit. Rasa pahit pada tanaman merupakan salah satu ciri bahwa tanaman tersebut mengandung racun, meskipun tidak semua yang pahit itu beracun.

Ciri yang ketiga adalah tanaman tersebut lazimnya tidak disukai oleh serangga hama. Apabila kita menemukan tanaman di kebun, di sawah, atau di hutan yang relatif terbebas dari serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), tidak ada daun yang berlubang, tidak ada tanda atau gejala serangan penyakit maka tanaman tersebut bisa kita jadikan sebagai salah satu bahan baku pembuat pestisida nabati.

Ciri yang keempat adalah tanaman tersebut sudah biasa digunakan sebagai tanaman obat. Beberapa tanaman obat yang bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati adalah lengkuas (*Alipinia Galanga*), kunyit (*Curcuma Domestica*), lidah buaya (*Aloe Barbadensis*), dan lainnya.

Tumbuhan-tumbuhan yang bisa dijadikan sebagai bahan baku tersebut merupakan tumbuhan yang memiliki kandungan bahan aktif. Bahan aktif yang terdapat di dalam pestisida nabati merupakan bahan aktif yang berasal dari kelompok metabolit sekunder. Seperti yang kita ketahui bersama, tanaman memiliki kandungan metabolit primer seperti karbohidrat (*fatty acid*) dan yang lainnya, serta memiliki kandungan metabolit sekunder. Beberapa metabolit sekunder yang bisa digunakan sebagai bahan aktif pembuatan pestisida nabati di antaranya *Azadirachtin*, *Pyrethrins*, *Annonacin*, *Tagitinin C*, dan sebagainya.

Azadirachtin merupakan bahan aktif yang bisa ditemukan di tanaman mimba. Metabolit sekunder jenis ini bisa digunakan untuk pengendalian OPT. Bahan lainnya adalah *Pyrethrins* yang merupakan bahan aktif dalam tanaman *Chrysanthemum*. Sejauh ini, tanaman ini dilaporkan sebagai tanaman yang paling beracun dan paling berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati. Oleh karena itu, bahan ini sudah sejak lama dikembangkan di perusahaan

pestisida dan produk pengembangan ini menunjukkan bahwa struktur dari bahan aktif tersebut melebihi kelebihan dibandingkan dengan bahan serupa yang diproduksi secara alami.

Pyrethrins merupakan pelopor dari pengembangan bahan aktif pembuatan pestisida. Pestisida seperti Decis 25 EC memiliki kandungan bahan aktif yang merupakan turunan dari *Pyrethrins*. Beberapa bahan turunan dari *Pyrethrins* ini antara lain *tetamethrin*, *deltamethrin*, dan *sipermetrin*.

Meskipun memiliki toksisitas yang cukup tinggi, *Pyrethrins* juga memiliki kelemahan. Kelemahannya adalah pada daya tahannya atau eksistensinya yang tidak lama. Oleh karena kelemahan inilah kemudian bahan ini dikembangkan menjadi senyawa kimia yang tidak hanya memiliki toksisitas yang tinggi, tetapi juga memiliki daya tahan yang tinggi agar bisa bertahan lebih lama di alam.

Selain bahan-bahan aktif yang sudah dibahas sebelumnya, ada lebih banyak lagi jenis-jenis bahan aktif yang terdapat pada tumbuhan-tumbuhan yang bisa diekstrak sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati. Tentunya, sebelum membuat pestisida nabati secara mandiri, para peramu pestisida mandiri harus terlebih dahulu mempelajari karakteristik dari bahan aktif yang ingin diperoleh, termasuk cara mengekstrak atau mendapatkan bahan aktif tersebut.

Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang dihasilkan oleh tanaman, tetapi tidak berpengaruh langsung pada pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi tanaman. Oleh karena itu, metabolit sekunder ini berbeda dengan metabolit primer. Meskipun demikian, metabolit sekunder ini memiliki peran ekologis penting agar tanaman

dapat bertahan hidup di suatu lingkungan. Metabolit sekunder ini dapat membantu tanaman untuk bertahan dari OTP, bertahan dari kondisi lingkungan yang ekstrem, dan masih banyak lagi faktor-faktor lain yang berpengaruh ke tanaman yang memerlukan peran dari metabolit sekunder. Metabolit sekunder ini berpengaruh pada kelangsungan hidup atau kemampuan survival dari tanaman.



Gambar 1. Peran metabolit sekunder pada tanaman

Gambar di atas menunjukkan peran metabolit sekunder dalam bertahan hidup. Pada Gambar 1, gambar paling kiri adalah gambar ulat yang sedang memakan daun. Daun yang masih utuh merupakan daun yang diberi perlakuan pestisida nabati, sedangkan daun yang termakan merupakan daun kontrol, tanpa diberi pestisida nabati. Daun yang diberi perlakuan pestisida memperoleh tambahan metabolit sekunder yang berperan sebagai antioksidan sehingga ulat tidak tertarik untuk memakan daun tersebut. Pada Gambar 1, foto di tengah dan di sisi kanan, metabolit sekunder juga berperan di dalam menarik pollinator supaya bisa berkunjung. Hal ini dilakukan dengan cara mengeluarkan warna-warna cerah pada tanaman serta aroma-aroma senyawa yang bisa menarik pollinator untuk datang. Metabolit sekunder ini sangat penting bagi keberlangsungan hidup tanaman.

Terdapat beberapa bioaktivitas dari metabolit sekunder ini terhadap tanaman. Pertama, metabolit sekunder atau pestisida nabati yang berperan sebagai pengusir. Kedua, pestisida nabati berperan sebagai

penghambat pertumbuhan dan perkembangan dari OPT atau dari serangga. Terakhir, metabolit sekunder berperan sebagai penyebab efek toksik atau efek mematikan.

Beberapa bentuk dari efek pengusir pestisida nabati adalah munculnya efek repelen, iritan, antifidan, dan antioviposisi. Keseluruhan efek-efek ini merupakan efek-efek yang tidak mematikan atau subletal. Inilah yang kemudian menyebabkan pestisida nabati memiliki peran penting agar tanaman kita tidak diserang oleh serangga hama.

Repellent adalah senyawa kimia yang bisa mengusir serangga hama tanpa harus ada kontak dengan senyawa kimia tersebut. Jadi, ketika pestisida nabati yang memiliki efek repelen diaplikasikan pada tanaman serangga tidak akan mau berkunjung atau hinggap di tanaman yang diberi perlakuan pestisida nabati tersebut. Ketika hal demikian terjadi dan efek seperti itu muncul maka dapat dikatakan bahwa pestisida yang digunakan tersebut memiliki efek repelen. Efek berikutnya adalah efek iritan. Iritan ini merupakan senyawa kimia yang dapat mengusir serangga hama setelah serangga tersebut kontak dengan senyawa kimia tersebut. Misalkan pestisida nabati tersebut diaplikasikan pada tanaman seperti jagung, kemudian tidak lama setelah itu datang imago atau kutu daun yang hinggap pada tanaman tersebut, dan dia tidak bisa bertahan lama hinggap di tanaman tersebut sampai tidak sempat meletakkan telur maka dapat dikatakan bahwa ini disebut sebagai efek iritan. Efek yang dimunculkan pada tahap ini adalah membuat serangga hama enggan hinggap terlalu lama pada tanaman yang diberi perlakuan pestisida nabati. Hama masih mau untuk hinggap di tanaman, tetapi dia tidak akan bertahan lama untuk hinggap di bagian tanaman tersebut.

Hal ini tentunya berbeda dengan efek yang ditimbulkan pada pestisida sintetik. Pada pestisida sintetik yang mengandung deltametrin misalnya, dia memiliki efek repelen yang cukup kuat, di samping memiliki efek yang mematikan juga. Bahan aktif yang terdapat dalam pestisida sintetik tersebut memiliki efek repelen, iritan, dan antifidan.

Ada juga senyawa kimia yang tidak mengusir serangga untuk hinggap. Oleh karena itu, masih ada serangga yang mau hinggap dan tinggal cukup lama di tanaman yang sudah diberi perlakuan dengan senyawa kimia tersebut. Namun, ternyata ada efek lain yang disebutkan oleh senyawa tersebut. Misalnya ketika serangga tersebut memakan bagian dari tanaman tersebut, dia tidak mau memakan terlalu banyak karena ada sesuatu yang menyebabkan dia menjadi tidak mau mengonsumsi terlalu banyak. Efek seperti ini disebut sebagai efek antifidan.

Dari beberapa efek yang muncul tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat mekanisme pertahanan yang berlapis dari tanaman yang sudah cukup mengagumkan dan canggih. Pengaplikasian pestisida nabati pada tanaman ini membantu tanaman untuk bertahan terhadap serangan serangga, misal dengan membiarkan mereka hinggap, tetapi ada efek-efek pertahanan/*defensive* dari tanaman itu sendiri agar tidak dirusak oleh hama atau serangga pengganggu tanaman. Ini kemudian yang dapat meminimalisir kerusakan pada tanaman sehingga hasil panen dapat dimaksimalkan.

Ada juga pestisida nabati yang tidak memiliki efek repelen, tidak punya efek iritan, tidak punya efek antifidan, tetapi ketika diaplikasikan pada suatu tanaman, misalkan tanaman jagung, lalu ada *Spodoptera Frugiperda* yang FAW hinggap pada tanaman tersebut, dia tidak akan mau meletakkan telurnya. Jadi, ngengat dari FAW tersebut masih mau

berkunjung di malam hari atau hinggap pada tanaman tersebut, tapi dia tidak akan mau meletakkan telurnya pada tanaman tersebut. Efek semacam ini disebut sebagai efek antioviposisi.

Ada beberapa level pertahanan atau efek dari pestisida nabati yang bisa digunakan untuk melindungi tanaman. Perlu digarisbawahi tentunya bahwa efek yang ditimbulkan oleh pestisida nabati ini tidak harus selalu mematikan atau memiliki toksisitas yang tinggi. Efektifitas dari pestisida nabati ini tidak diukur dari angka mortalitas hama. Dalam artian, ketika pestisida nabati disemprotkan ke tanaman maka serangga hama harus segera mati dalam hitungan detik atau menit. Hal ini karena tujuan utama dari penggunaan pestisida untuk melindungi tanaman dari serangga OTP. Selama efek pengusir sudah cukup bisa digunakan untuk melindungi tanaman maka dosis tidak perlu ditingkatkan secara berlebihan.

Efek bioaktivitas metabolit sekunder tanaman yang lainnya adalah efek penghambat pertumbuhan dan perkembangan. Terdapat senyawa kimia atau metabolit sekunder yang memiliki peran sebagai *Insect Growth Regulator (IIGR)*. Peran ini memungkinkan metabolit sekunder untuk mengatur pertumbuhan dari serangga hama. Biasanya, ketika masih berusia muda, serangga masih memiliki *juvenile hormone (JH)*. JH ini biasa ditemukan pada stadia larva/nimfa. Fungsi dari hormon ini untuk mengatur pertumbuhan dan perkembangan pada serangga, mempertahankan tahapan larva ataupun untuk mencegah metamorphosis (Glare dan O'Callaghan 1999). Seiring perkembangan waktu, hormon-hormon juvenile ini akan berkurang jumlahnya, persentasenya kan terus menurun sehingga kemudian memungkinkan bagi serangga tersebut untuk bermetamorfosis ke stadia berikutnya, yaitu stadia vulva. Namun demikian, terdapat pestisida nabati yang bisa

digunakan untuk mencegah perkembangan atau metamorfosis dari stadia larva ke stadia vulva ini. Salah satu contohnya adalah zat azadirachtin yang merupakan bahan aktif dari tanaman mimba. Bahan aktif ini memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan larva agar tidak berkembang dan tidak mengalami penambahan berat badan pada hama yang sudah terkontaminasi bahan aktif tersebut. Selain IIGR, ada juga yang disebut sebagai *Insect Development Inhibitors* (IDI). Pestisida tersebut menghambat serangga agar tidak berubah ke stadia berikutnya. Ada juga pestisida nabati yang bisa menghambat perkembangan dari instar I ke instar II, atau dari instar II ke instar III. Jadi, pestisida nabati ini tidak selalu memiliki efek yang mematikan, tetapi efeknya bisa mengusir misalnya dengan efek repelen, iritan, antifidan, ataupun dengan efek antioviposisi. Maupun dengan efek pencegah pertumbuhan dan perkembangan yang pada akhirnya ini semua memiliki fungsi yang sama, yakni untuk melindungi tanaman dari serangan OTP agar tidak terjadi ledakan hama atau *breakout*.

Bioaktivitas pada pestisida nabati ini sudah teruji. Ini bisa dilihat pada tanaman hutan yang tidak pernah mengalami kerusakan parah karena serangan dari serangga hama. Hal demikian dapat terjadi karena tanaman tersebut menggunakan atau menerapkan berbagai level pertahanan, seperti yang sudah dibahas sebelumnya. Perbedaan antara pestisida nabati dan pestisida sintetik ini memang bisa dilihat dari efek toksisitasnya. Keefektifan pestisida sintetik cenderung bergantung pada toksisitasnya dengan efek memamatkannya. Hal ini tentunya akan memberikan dampak negatif terhadap alam karena ini akan meningkatkan risiko munculnya atau berkembangnya *strain-strain* dari serangga hama yang menjadi resisten.

Di sisi lain, fokus kinerja pestisida nabati yang ada di alam tidak hanya pada efek letalnya saja. Namun, ada aktivitas lain juga yang secara alami dilakukan, misalnya efek subletal. Pestisida nabati juga tidak menyebabkan resistensi hama seperti pestisida sintetis (Rahmanto 2016). Resistensi hama adalah suatu kondisi hama yang semula tidak bisa menyerang tanaman, lalu sekarang jadi memiliki kemampuan untuk menyerang tanaman.

Secara garis besar, efek dari bioaktivitas pestisida nabati dapat dibagi ke dalam 2 jenis, yakni efek letal dan efek subletal. Efek letal sendiri digolongkan ke dalam 2 kategori, yakni kategori akut dan kategori kronis. Pestisida yang tergolong kategori akut adalah pestisida yang bisa menyebabkan kematian dalam hitungan 24–48 jam. Pada pestisida sintetis, beberapa produk ada yang memberikan efek letal akut dengan daya mortalitas pada hitungan detik, bahkan menit. Untuk mengetahui efek letal pada pestisida sintetis, bisa dilakukan dengan cara mengaplikasikan pestisida tersebut pada serangga hama. Misal kita aplikasikan pada ulat, kemudian dalam hitungan beberapa detik atau menit kemudian ulat tersebut bereaksi karena terganggunya sistem saraf pada tubuhnya, lalu mati maka dapat kita simpulkan bahwa pestisida yang kita aplikasikan tersebut berefek letal akut.

Kategori kedua dari efek letal adalah efek letal kronis. Hampir serupa dengan efek letal akut, efek letal kronis juga mengakibatkan kematian pada serangga hama yang terpapar pestisida. Hanya saja, pada kategori ini, serangga hama yang terpapar membutuhkan beberapa hari sebelum akhirnya mati. Pada umumnya, sedikit sekali pestisida nabati yang memiliki efek letal akut. Dalam artian, jika pestisida tersebut menyebabkan kematian pada serangga hama, mayoritas yang terjadi adalah akibat dari efek letal kronis. Hal ini sangat perlu dipahami,

Dose ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Treated Leaves				Control			
20								
40								
60								
80								
100								

Gambar tersebut menunjukkan efek antifidan dari ekstrak benzene daun kipait terhadap *Helicoverpa armigera*, serangga hama yang biasa menyerang tongkol buah jagung. Gambar di sebelah kiri merupakan potret daun yang diberi perlakuan pestisida nabati dengan ragam dosis mulai dari yang terendah sampai yang tertinggi. Sementara daun yang terdapat pada potret sebelah kanan merupakan sampel kontrol pembanding.

Jika diperhatikan secara seksama, sampel daun di bagian kontrol, pada semua rentan ukuran dosis, menunjukkan hasil yang hampir sama. Daun-daun tersebut dengan lahap dikonsumsi oleh ulat *Helicoverpa armigera*. Sementara daun-daun yang berada di sebelah kiri, terlihat bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan di kelompok sampel yang diberi perlakuan, semakin sedikit bagian daun yang dimakan oleh ulat tersebut. Efek semacam ini disebut sebagai efek antifidan atau efek anti makan. Efek antifidan ini terjadi karena adanya senyawa-senyawa dalam ekstrak pestisida nabati yang membuat serangga hama enggan untuk memakan (Syahputra 2008). Efek antifidan ini tidak hanya berasal dari ekstrak daun kipait, tetapi bisa juga berasal dari tumbuhan lainnya yang bisa dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati.

Bioaktivitas metabolit sekunder tanaman juga memiliki efek terhadap patogen tanaman. Patogen, organisme penyebab penyakit pada inang, bisa dikendalikan dengan pestisida nabati. Bioaktivasi dari metabolit sekunder pada pestisida nabati tersebut memiliki efek seperti menghambat pertumbuhan patogen, memiliki efek toksis untuk melemahkan patogen, dan menghambat perkecambahan spora. Alam menyediakan metabolit sekunder yang memiliki efek untuk menghambat pertumbuhan patogen dan pertumbuhan miselium. Ada juga metabolit sekunder yang memiliki efek toksik yang bisa membuat miselium dari jamur patogen berkurang.

Teknik Ekstraksi Bahan Aktif Pestisida

Satu hal yang perlu dipahami terkait teknik ekstraksi bahwa pengestrak harus memiliki wawasan dasar terlebih dahulu mengenai karakteristik dari bahan aktif yang ingin diperoleh dan karakteristik dari bahan aktif yang berpotensi untuk bisa efektif untuk melemahkan atau

menjauhkan serangga hama dari tanaman pangan maupun hortikultura. Perlu dipelajari juga terkait bagaimana cara masuk racun ke dalam tubuh serangga.

Racun, baik itu yang berasal dari pestisida sintetis ataupun dari pestisida nabati, bisa masuk ke dalam tubuh serangga melalui kulit atau bagian tubuh terluar. Pestisida jenis ini dikenal juga sebagai pestisida racun kontak. Ini merupakan jenis pestisida yang baru bisa mematikan hama setelah racunnya menempel ke kulit atau di tubuh dari serangga target. Dari kulit ini kemudian racun akan masuk ke tubuh serangga lalu akan menyebabkan kematian.

Selain melalui racun kontak, pestisida nabati juga bisa menyebabkan toksisitas atau kematian apabila dikonsumsi oleh serangga. Jenis pestisida ini disebut sebagai pestisida racun perut, yakni jenis pestisida yang akan memiliki efek letal ketika kandungan racunnya termakan oleh serangga hama. Setelah termakan dan masuk ke dalam saluran pencernaan maka racun tersebut akan ikut mengalir di darah serangga hama sehingga akan tersebar ke seluruh tubuh, termasuk di antaranya menyebar di sistem saraf. Ini yang kemudian akan menyebabkan kematian. Keduanya memiliki akibat yang sama, yakni mematikan, hanya saja keduanya memiliki cara yang berbeda untuk menyerang anatomi serangga hama. Ada yang melalui kulit, ada yang melalui saluran pencernaan.

Berikutnya adalah mengenai sifat racun pernafasan dari pestisida nabati. Beberapa pestisida nabati memiliki sifat racun yang bisa mematikan ketika terhisap oleh serangga hama. Untuk pestisida jenis ini bisa digunakan untuk membasmi hama-hama yang terdapat di Gudang atau ruang tertutup.

Perlu dipahami bahwa kulit dari sejumlah serangga hama terdiri atas komponen-komponen yang biasanya bersifat non-polar. Kulit serangga yang bersifat non-polar artinya tidak dapat dengan mudah ditembus oleh air. Hal ini terjadi karena memang eksoskeleton atau kulit luar dari serangga hama dirancang agar tubuh serangga itu tidak mudah kehilangan air. Oleh karena itu, bentuk kulit dari serangga tersebut tersusun dari bahan-bahan yang bersifat non-polar.

Hal semacam ini harus diketahui oleh petani yang akan mengaplikasikan pestisida nabati di lapangan agar dapat memilih model pestisida nabati yang sesuai untuk mengusir hama. Selain itu, formulator pestisida nabati juga perlu mempelajari hal ini agar dapat memilih teknik ekstraksi bahan nabati untuk pestisida dengan tepat. Misalnya ketika melakukan ekstraksi dengan pelarut air pada daun kipait, yakni dengan merendam daun tersebut dengan air, lalu air rendaman tersebut disaring dan disemprotkan ke ulat maka potensi keefektifan pestisida nabati tersebut untuk mematikan ulat akan sangat kecil. Hal ini karena air bersifat polar, sedangkan kulit ulat bersifat non-polar. Ketika air digunakan sebagai pelarut maka air tersebut dapat mengambil senyawa-senyawa kimia bersifat polar yang terdapat di dalam tanaman. Oleh karena itu, ketika hasil ekstraksi tersebut disemprotkan ke ulat maka senyawa kimia yang bersifat polar ini tidak bisa menembus kulit serangga. Akhirnya, pestisida nabati tersebut tidak dapat masuk ke dalam tubuh serangga sehingga efek yang diharapkan tidak terjadi.

Dalam pada itu, pemilihan teknik ekstraksi yang tepat akan memengaruhi keefektifan aplikasi dari pestisida tersebut. Misalnya, daun kipait direndam dalam air untuk diekstrak, lalu air rendaman tersebut digunakan untuk menyemprot daun tanaman. Ketika daun yang terkena pestisida nabati ini dimakan oleh ulat dan masuk ke dalam

saluran pencernaan, bahan aktif dari daun tersebut akan tercerna, masuk ke dalam darah hama dan akan menyerang organ serta sistem saraf dari hama tersebut. Dengan demikian, efek dari pestisida nabati yang diharapkan akan tercapai, tetapi prosesnya harus melalui dimakan oleh hama terlebih dahulu agar bahan aktif pestisida nabati bisa larut ke dalam darah dan bereaksi.

Proses panjang semacam ini yang menyebabkan efektivitas pengaplikasian pestisida nabati berjalan lambat. Hal ini karena yang bekerja adalah hasil dari racun perut yang harus dimakan dan dicerna terlebih dahulu oleh hama. Diketahui bahwa pada proses ekstraksi dengan air ini hanya racun perut yang bekerja karena proses ekstraksinya dengan menggunakan pelarut air yang sifatnya polar. Oleh karena sifat pelarutnya yang polar ini maka hasil ekstraksi pestisida nabatinya yang juga bersifat polar ini akan kesulitan untuk menembus lapisan non-polar ataupun yang semi polar. Oleh karena itu, cara masuk ekstrak tanaman yang bersifat polar ini harus melalui saluran pencernaan.

Meskipun demikian, ada juga metabolit sekunder yang memiliki sifat non-polar, terutama kelompok terpen, seperti monoterpen, seskuiterpen, dan lain-lain. Contoh pelarut yang bersifat non-polar adalah minyak atsiri. Jika kita membuat pestisida nabati dengan minyak atsiri atau minyak serai, lalu diaplikasikan ke ulat maka kemungkinan akan lebih mematikan untuk diaplikasikan dibandingkan dengan air. Hal ini karena racun dari pestisida nabati tersebut dapat dengan mudah melewati kulit serangga atau hama yang bersifat non-polar. Namun, jika diekstrak dengan cairan polar tentu akan lebih kecil kemungkinannya untuk menimbulkan efek letal atau mematikan. Ada teknik-teknik yang

bisa digunakan untuk permasalahan pelarut air ini. Harapannya tentu pelarut air ini bisa digunakan dengan menghasilkan efek letal yang lebih baik, sebaik ketika menggunakan minyak atsiri.

Hasil kajian terkait proses pembuatan pestisida nabati ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa teknik ekstraksi dari bahan aktif pestisida nabati yang bisa dilakukan oleh petani ataupun formulator pestisida nabati, yaitu dengan teknik perendaman atau dengan pelarut, destilasi, dan *pressing*. Proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut ini dapat dikelompokkan ke dalam dua jenis berdasarkan bahan pelarutnya, yakni perendaman dengan pelarut air dan perendaman dengan pelarut organik. Untuk teknik ekstraksi dengan pelarut air, proses yang lazim dilakukan adalah dengan perendaman lalu dilanjutkan dengan penumbukan atau diblender, ada juga yang direbus. Selanjutnya kelompok berikutnya adalah proses ekstraksi dengan pelarut organik. Senyawa aktif dari tanaman ini bisa diisolasi dan diekstraksi dengan menggunakan pelarut organik seperti etanol atau alkohol, serta bisa juga dengan menggunakan metanol dan yang lainnya. Tentunya hasil yang diperoleh akan berbeda ketika proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut air. Ketika proses ekstraksi dilakukan dengan pelarut organik, misalnya metanol yang memiliki *polarity index* sebesar lima maka ekstraksi yang dihasilkan akan bersifat semi-polar. Jadi, jika menggunakan air maka senyawa kimia yang diperoleh adalah senyawa kimia yang bersifat polar, sedangkan ketika menggunakan pelarut organik, senyawa-senyawa yang diperoleh dari hasil ekstraksi bersifat non-polar.

Teknik berikutnya yang bisa diterapkan untuk ekstraksi adalah teknik destilasi. Teknik destilasi ini bisa digunakan untuk mengekstrak senyawa-senyawa kimia yang bersifat volatil. Proses destilasi ini bisa dilakukan dengan cara perebusan atau pengukusan dan kondensasi.

Teknik ekstraksi yang terakhir merupakan teknik *pressing*. Teknik *pressing* ini dilakukan untuk mendapatkan minyak dari tanaman-tanaman yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan aktif pembuat pestisida nabati. Teknik ini dilakukan dengan cara pengepresan tanaman hingga diperoleh cairan minyak dari tanaman tersebut.

Penentuan teknik ekstraksi yang tepat untuk bahan tanaman harus didasari dengan jenis kepolaran dari tumbuhan yang akan diekstrak dan proses yang akan memengaruhi tingkat kepolaran hasil ekstraksinya. Kepolaran dalam hal ini adalah kepolaran dari senyawa kimia yang terkandung di dalamnya. Apakah mereka bersifat polar atau mudah larut dalam air? Apakah mereka bersifat non-polar atau tidak mudah larut dalam air? Apakah mereka bersifat semi-polar? Dengan pertimbangan tersebut, tentu teknik ekstraksi yang digunakan akan berbeda antara tanaman jenis satu dan yang lainnya.

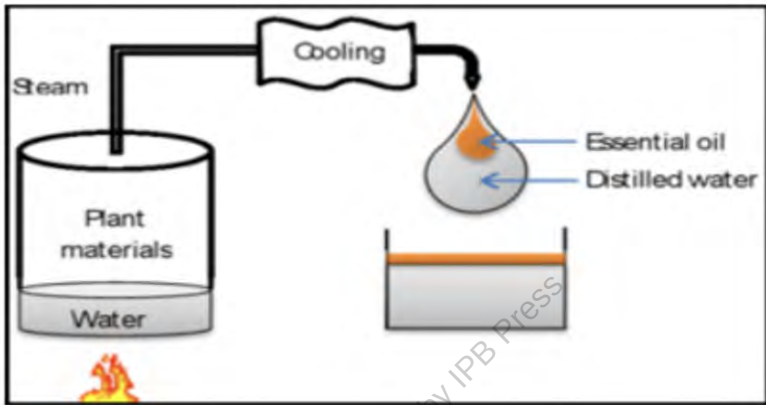
Ketika yang diharapkan adalah mendapat senyawa-senyawa yang bersifat polar maka proses ekstraksi yang dilakukan bisa dengan menggunakan pelarut air. Sebaliknya ketika hasil ekstraksi yang diharapkan merupakan pestisida yang bersifat semi-polar maka pelarut air tidak akan digunakan, tetapi bisa diganti dengan menggunakan bahan lainnya yang bisa menarik senyawa-senyawa kimia dalam tanaman yang bersifat semipolar.

Hal yang berikutnya adalah *volatility* serta devolatilisasi dari senyawa kimia. Perlu dipertimbangkan apakah senyawa yang akan diambil itu karakternya mudah menguap atau tidak. Jika karakter dari senyawa yang akan diambil mudah menguap, seperti minyak atsiri, minyak sereh wangi, minyak cengkeh, dan lain-lain maka teknik ekstraksinya bisa dengan cara teknik perendaman. Selain dengan perendaman, teknik yang paling efektif dan efisien untuk senyawa ini adalah teknik destilasi dengan cara diuapkan bahan aktifnya. Pada prinsipnya yang perlu diperhatikan adalah tingkat *volatility* dan karakteristik dari senyawa yang akan diambil mengingat karakter dari senyawa bahan aktif ada yang mudah menguap dan ada yang tidak mudah menguap.

Pada kasus minyak kayu putih, misalnya, contoh dari minyak atsiri, karakternya adalah mudah menguap dalam hitungan menit. Serupa halnya dengan senyawa-senyawa pada pestisida nabati. Pestisida yang memiliki efek repelen yang baik adalah yang diperoleh dengan teknik destilasi atau dengan menggunakan minyak atsiri.

Berkenaan dengan teknik *pressing*, teknik ini bisa digunakan tidak untuk metabolit sekunder, melainkan digunakan untuk metabolit primer, untuk mengekstrak minyak-minyak atau *fatty acid*, seperti minyak kelapa, minyak dari mimba, dan minyak jarak. Untuk minyak kemiri dan juga minyak-minyak yang *edible* lainnya juga bisa menggunakan teknik *pressing*. Jadi, ketika teknik yang digunakan adalah teknik perendaman maka yang diperoleh adalah ekstrak dari bahan tumbuhan yang direndam. Namun, jika teknik ekstraksi yang dilakukan adalah teknik destilasi maka yang akan diperoleh dari proses ekstraksi adalah minyak atsiri atau *essential oil*. Sementara itu, jika proses ekstraksi dilakukan dengan teknik *pressing*, hasil yang diperoleh disebut sebagai minyak nabati. Misalnya, kulit jeruk memiliki banyak kandungan minyak atsiri,

tetapi jika kulit jeruk tersebut diekstrak dengan menggunakan teknik destilasi maka ekstrak dari kulit jeruk tersebut disebut sebagai minyak atsiri. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 3. Proses destilasi untuk minyak atsiri

Gambar di atas menunjukkan proses ekstraksi dengan teknik destilasi. Terlihat pada gambar bahwa bahan tanaman diuapkan, kemudian uap dialirkan pada pipa-pipa, lalu melalui proses pendinginan hingga akhirnya menghasilkan minyak atsiri.

Tabel 1. Indeks polaritas pelarut

Nama Pelarut (<i>Solvent</i>)	Indeks Polaritas	Titik Didih (<i>Celcius</i>)
Air	10,2	100
Etanol	5,2	78
Metanol	5,1	64,7
<i>Acetone</i>	5,1	56
<i>Ethyl Acetate</i>	4,4	77,1
<i>Diethyl Ether</i>	2,8	34,6
<i>Choloroform</i>	2,7	60,5
<i>Hexane</i>	0,1	69

Tabel di atas menunjukkan daftar indeks polaritas pelarut. Pada air, indeks polaritas yang dimiliki sebesar 10,2. Sementara itu, etanol atau alkohol, metanol, dan *acetone* indeks polaritasnya hanya sekitar setengah dari indeks polaritas air. Bahkan, *hexane* hanya memiliki indeks polaritas sebesar 0,1. Jadi, semakin kecil indeks polaritasnya maka akan semakin susah larut dalam air. Namun, zat demikian akan semakin mudah bersatu dengan zat-zat yang memiliki sifat non-polar. Jika yang diinginkan adalah agar pestisida nabati yang dibuat mampu menembus dinding kulit serangga maka bahan aktif yang digunakan haruslah bahan-bahan yang memiliki karakter semi polar atau non-polar. Dengan demikian, bahan-bahan pelarut yang digunakan tidak dengan menggunakan air, tetapi harus disiasati dengan menggunakan pelarut lain. Berbicara terkait pestisida yang beredar di pasaran atau insektisida sintetik, kebanyakan formulasinya adalah EC, seperti Decis 25EC, Curacron 500EC, dan masih banyak lagi yang lain. EC atau *Emulsifiable Concentrate* ini digunakan karena zat tersebut dapat menjadi bahan aktif bersifat non-polar yang sangat efektif untuk mengendalikan serangga hama. Jadi, jika sifatnya non-polar maka formulasi pestisidanya harus EC. Bahan ini tidak bisa digantikan oleh formula lainnya yang bersifat polar. Hal ini tentunya berbeda dengan herbisida.

Formula EC ini relatif mudah dilarutkan ke dalam air. Ketika dicampurkan ke dalam air, lalu diaduk, warnanya akan berubah menjadi warna putih. Perubahan warna menjadi putih ini merupakan ciri dari adanya emulsi antara minyak dan air. Ini adalah hal yang perlu dipahami agar nanti ketika membuat pestisida nabati, hasilnya bisa lebih efektif.

Tabel 2. Kelarutan azadirachtin di beberapa pelarut

Nama Pelarut (<i>Polarity Index</i>)	Tidak Larut (<i>Insoluble</i>)	Sukar Larut (<i>Poorly soluble</i>)	Mudah Larut (<i>Readily soluble</i>)	Referensi
Air	-	√	-	ROTH
<i>Ethyl Acetate</i>	-	-	√	PubChem
Etanol	-	-	√	PubChem
<i>Diethyl Ether</i>	-	-	√	PubChem
<i>Acetone</i>	-	-	√	PubChem
<i>Chloroform</i>	-	-	√	PubChem
Metanol	-	-	√	Cayman
<i>Hexane</i>	√	-	-	PubChem

Tabel tersebut merupakan data yang menunjukkan reaksi kelarutan azadirachtin terhadap beberapa bahan pelarut. Azadirachtin ini banyak diperoleh dari daun mimba. Jadi, ketika tanaman mimba diekstrak dengan air, kemungkinan kandungan azadirachtin atau bahan aktif yang akan diperoleh akan sedikit. Hal ini karena azadirachtin sukar larut dengan air. Masih ada kandungan azadirachtin dalam proses pelarutan dengan air tersebut, hanya saja kadarnya akan sedikit sekali. Meskipun demikian, azadirachtin ini akan mudah larut pada senyawa-senyawa yang bersifat semi polar, seperti *ethyl acetate*, etanol, *diethyl ether*, *acetone*, *chloroform*, metanol, dan lain-lain. Kandungan azadirachtin pada proses ekstraksi dengan zat-zat semi polar tersebut akan lebih banyak dibanding hasil dari pelarutan dengan air. Dengan demikian, efek yang dihasilkan pada hasil ekstraksi akan lebih besar juga. Lain lagi ketika pelarut yang digunakan adalah *hexane*. Karena *hexane* bersifat non-polar, azadirachtin tidak akan larut dengan *hexane* sehingga zat ini tidak bisa digunakan sebagai bahan pelarut. Untuk itu, proses ekstraksi pada daun mimba akan sangat disarankan untuk dilakukan dengan menggunakan pelarut yang bersifat semi-polar. Perhatikan gambar berikut!

TEKNIK EKSTRAKSI DENGAN PELARUT AIR



Gambar 4. Proses ekstraksi dengan teknik pelarut air

Gambar di atas merupakan proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut air dengan menggunakan peralatan-peralatan sederhana yang ada di rumah. Tahapan pertama dimulai dengan menimbang daun tomat sebagai bahan pembuat pestisida nabati. Untuk bahan segar, jumlah konsentrasi daun yang digunakan bisa di antara 5–20% dari keseluruhan bahan. Daun yang sudah ditimbang, kemudian bisa ditumbuk atau dihaluskan lalu direndam terlebih dahulu. Proses perendaman ini bisa dilakukan selama 24 jam. Setelah selesai proses perendaman, pestisida nabati tersebut bisa disaring untuk kemudian diaplikasikan.

Selain dengan ditumbuk, cara lain yang bisa dilakukan adalah dengan diblender. Tahapannya hampir sama dengan tahapan sebelumnya, hanya jika di blender maka tidak perlu dilakukan perendaman karena potongan jaringan dari tumbuhan yang digunakan sudah sangat kecil sehingga bisa langsung diaplikasikan.

Cara lainnya adalah dengan direbus. Proses perebusan ini bisa dilakukan untuk membuat pestisida nabati, tetapi proses ini berisiko akan merusak bahan aktif yang terdapat pada tanaman meskipun tidak semua jenis bahan aktif akan rusak ketika dipanaskan. Misalkan kandungan bahan aktif pada jamur beracun yang meskipun sudah dipanaskan, tetapi kandungan bahan tersebut tidak rusak dan masih bisa menimbulkan efek letal.



Gambar 5. Proses pembuatan ekstrak daun kipait

Gambar di atas merupakan proses pembuatan ekstrak daun kipait yang dilaksanakan di laboratorium. Prosesnya dimulai dengan mengeringkan daun kipait dengan cara diangin-anginkan di atas alas koran agar daun yang ada di bagian bawah tidak lembap dan berubah warna menjadi kehitam-hitaman. Setelah kering diangin-anginkan, lalu disimpan dalam karung dan disimpan. Kalau sudah siap, kemudian baru dibuat tepung dengan alat penggiling, bisa juga dengan menggunakan alat penggiling beras. Caranya dengan memasukkan daun ke dalam mesin, digiling, lalu dikemas, dan disimpan untuk stok. Cara ini cukup efisien, khususnya untuk petani agar tidak perlu setiap hari harus mengambil bahan baku pestisida nabati dan diolah dengan direndam atau diblender. Cara pengeringan ini akan lebih praktis untuk penggunaan rutin.

Proses pengeringan daun ini tidak bisa langsung dilakukan di bawah sinar matahari langsung. Hal ini karena sinar matahari langsung yang mengenai daun akan dapat merusak atau mendegradasi senyawa kimia dalam daun akibat proses fotolisis atau kerusakan bahan kimia akibat terkena paparan matahari langsung. Ini yang kemudian menjadi kelemahan dari proses ini karena proses pengeringan daun dengan cara diangin-anginkan ini cukup memakan waktu. Kelebihannya, tepung daun ini memiliki daya simpan yang lebih lama dibandingkan dengan proses ekstraksi dengan pelarut air. Tepung daun tadi bisa disimpan dan digunakan ketika memerlukan saja. Tinggal dikemas dalam bungkus *sachet*, seperti teh misalnya, dengan ukuran 50–100 gram. Kemudian nanti ketika ingin menggunakan tinggal dilarutkan ke dalam air, rendam selama 24 jam, lalu siap untuk diaplikasikan. Tentunya cara ini akan lebih praktis dibandingkan dengan cara diblender atau ditumbuk. Ini merupakan salah satu cara yang bisa dipilih meskipun tadi ada tantangannya ketika dalam proses pengeringan. Untuk mempercepat pengeringan bisa dilakukan dengan membuat rumah plastik, dengan cara ditutup dengan paranet sehingga tidak bisa terkena sinar matahari langsung ke daunnya.

Lebih lanjut, ada beberapa langkah-langkah yang bisa dilakukan untuk pembuatan pestisida nabati dengan menggunakan pelarut air. Pertama, daun ditumbuk atau diiris tipis atau dibuat tepung. Jadi, dibuat tepung dengan cara digiling atau dengan menggunakan mesin pembuat tepung, atau bisa juga dengan diiris tipis. Semakin kecil ukuran jaringan tanaman maka akan semakin cepat juga proses perendamannya. Namun, jika kita menggunakan cara mengiris tipis daun atau tumbuhan, kita akan memerlukan waktu sekitar 24 jam untuk merendam tanaman tersebut.

Kedua, daun direndam dengan menggunakan air (bisa dengan air hangat). Perendaman dengan air hangat akan membuat bahan aktif pada tanaman lebih cepat larut dalam air. Suhu air yang digunakan bisa sampai maksimal 60 °C, dan tentunya tidak boleh mencapai 100 °C agar senyawa kimia yang terdapat pada tanaman tidak rusak.

Ketiga, tambahkan pengemulsi/detergen/sabun cuci piring dengan dosis kurang lebih 0,1%. Penambahan pengemulsi ini menjadi salah satu kunci pelarutan pada pestisida nabati. Bahan pengemulsi yang digunakan misalnya bisa dengan agristik atau bahan perekat perata lainnya. Jika tidak ada bahan pengemulsi tersebut, bisa juga dengan menggunakan detergen atau jika di rumah ada sabun cuci piring, bisa juga menggunakan sabun tersebut dengan konsentrasi kurang lebih 1 gram per liter air. Jadi, jika air pelarut yang digunakan adalah sebanyak 1 liter maka sabun yang digunakan adalah sebanyak 1 gram. Jika air yang digunakan untuk perendaman adalah 10 liter maka sabun yang harus digunakan adalah sebanyak 10 gram.

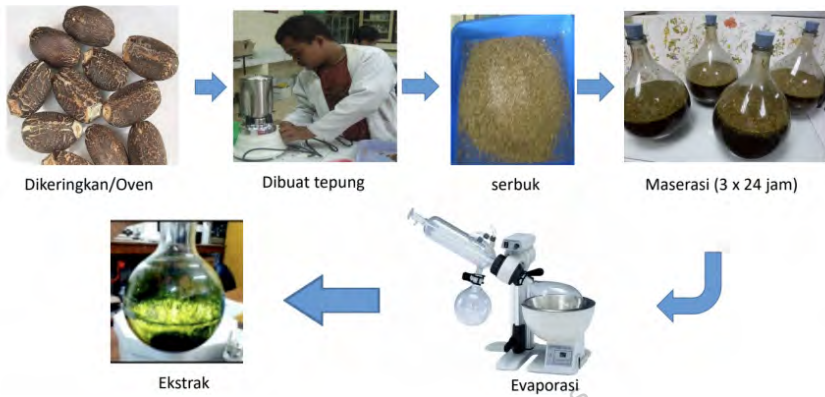
Fungsi dari penambahan sabun atau detergen ini adalah sebagai pengemulsi. Detergen ataupun sabun yang ditambahkan akan membantu dalam proses pelarutan. Selain itu, ini juga berfungsi untuk mengikat senyawa-senyawa yang sifatnya semi polar atau non-polar yang terdapat di dalam jaringan tanaman. Senyawa-senyawa tersebut perlu diikat karena senyawa inilah yang berperan dalam pengendalian hama. Kalau hanya direndam dengan air, senyawa-senyawa yang terambil hanya senyawa-senyawa yang bersifat polar saja. Padahal senyawa polar ini tidak bisa menembus dinding kulit dari serangga hama yang tersusun dari komponen-komponen semi polar ataupun non-polar. Dengan demikian, pestisida nabati yang dihasilkan tidak akan efektif untuk mengendalikan hama karena pestisida nabati jenis ini harus termakan dulu oleh hama,

masuk ke dalam pencernaan, baru setelahnya akan bereaksi. Oleh karena itu, penting sekali untuk menggunakan pengemulsi agar ketika bahan tumbuhan direndam, senyawa-senyawa kimia dalam jaringan tumbuhan dapat tertarik dan larut di dalam air. Untuk hasil yang lebih baik, proses perendaman ini bisa dilakukan dengan menggunakan air hangat. Air hangat dan detergen ini berfungsi untuk memperkuat pelarutan dari senyawa-senyawa yang sifatnya semi polar atau non-polar di dalam air.

Keempat, lakukan perendaman selama 2 sampai 24 jam. Lama waktu perendaman yang paling singkat adalah 2 jam dan yang paling lama adalah 24 jam atau lebih. Hal ini bergantung pada proses pengolahan bahan baku pembuatan pestisida nabati itu sendiri. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, apakah diiris tipis, apakah diblender atau ditumbuk, apakah menggunakan air hangat, dan lain-lain.

Terakhir adalah melakukan penyaringan dan penyemprotan. Proses penyaringan ini penting untuk dilakukan agar tidak menyumbat nozzle ketika disemprotkan. Penyemprotan juga tak kalah penting dalam pengendalian hama. Hal ini karena pestisida nabati ini sifatnya adalah antifidan sehingga lebih baik jika disemprotkan ke daun tanaman agar dapat melindungi dari serangan hama dan juga nanti ketika dimakan hama dapat menimbulkan efek racun.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 6. Proses ekstraksi dengan pelarut organik

Gambar di atas menunjukkan tahapan-tahapan proses ekstraksi yang tidak menggunakan pelarut air, melainkan menggunakan pelarut organik. Proses ini bisa dilakukan dengan menggunakan biji jarak, misalnya yang dikeringkan atau dioven, lalu dibuat tepung. Setelah itu, tepung tersebut bisa direndam dengan menggunakan metanol atau pelarut organik lainnya, lalu dievaporasi. Setelah proses evaporasi selesai, akan didapat ekstrak dari biji jarak tersebut.

Ini merupakan contoh ketika proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut yang bersifat semi polar maupun non-polar sehingga nanti akan diperoleh senyawa yang tentunya berbeda dengan hasil pelarutan atau ekstraksi dari pelarut air. Kelebihan dari proses ekstraksi dengan pelarut organik adalah daya simpan dari hasil ekstraksi ini dapat bertahan lebih lama. Hasil ekstraksi dengan pelarut air tidak dapat bertahan lama karena ada proses yang disebut sebagai hidrolisis yang mana proses ini dapat merusak kandungan-kandungan senyawa dalam pestisida nabati. Baik pengguna maupun produsen pestisida nabati ini memiliki pengetahuan terkait hal-hal yang bisa merusak racun

tanaman. Kandungan racun pada pestisida nabati ini dapat rusak karena hidrolisis, fotolisis, dan lain-lain. Fotolisis adalah kerusakan racun pada pestisida nabati karena terkena sinar matahari langsung. Sementara itu, kerusakan karena proses hidrolisis bisa terjadi karena kandungan air yang tercampur pada pestisida nabati. Proses pengeringan atau oven pada biji jarak, misalnya, dilakukan untuk menghindari kerusakan karena hidrolisis ini.



Gambar 7. Ekstraksi dengan teknik *pressing*

Gambar di atas menunjukkan proses ekstraksi dengan teknik pressing pada biji jarak dan mimba. Teknik *pressing* ini dilakukan dengan alat *press* sederhana hingga menghasilkan minyak dari biji-bijian atau bahan-bahan yang di-*press*.



Gambar 8. Hasil ekstraksi dengan teknik *pressing*

Gambar 8 di atas menunjukkan proses *pressing* dan hasil minyak dari ekstrak biji jarak dan mimba. Warna dari minyak mimba terlihat lebih gelap dan pekat dibandingkan dengan warna dari minyak jarak. Teknik *pressing* ini sangat cocok diterapkan untuk mengekstrak bahan yang berupa biji-bijian yang memiliki kandungan minyak tinggi, seperti biji jarak dan mimba ini.

Minyak nabati dari ekstrak tumbuhan ini dapat dikategorikan ke dalam dua kategori, yakni minyak nabati *edible* dan minyak nabati non-*edible*.

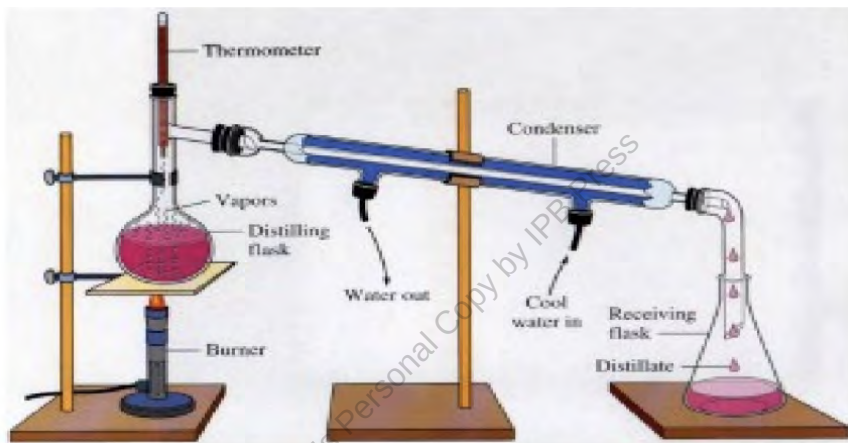


Gambar 9. Kategori minyak nabati

Minyak nabati pada kategori *edible* merupakan kategori minyak nabati yang dapat dikonsumsi. Beberapa contoh dari minyak *edible* antara lain ada minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, dan lain-lain yang juga dapat ditemukan di pasaran dengan mudah. Di sisi lain, minyak nabati non-*edible* merupakan minyak yang berasal dari tumbuhan, tetapi tidak bisa dikonsumsi, misalnya minyak mimba, minyak jarak, minyak kastrol, dan lain-lain. Minyak non-*edible* ini bisa digunakan sebagai bahan pembuatan pestisida nabati. Untuk jenis minyak nabati *edible*, jenis minyak yang paling bagus digunakan sebagai

bahan aktif pembuatan pestisida nabati adalah minyak bunga matahari atau *sunflower oil*. Minyak jenis ini tidak bersifat toksis, tetapi minyak ini cukup menimbulkan efek *barrier* sehingga serangga tidak bisa menyerang tanaman.

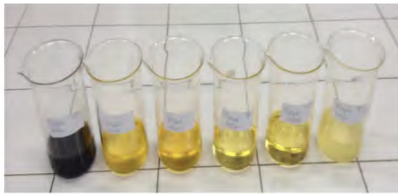
Untuk proses ekstraksi dengan teknik destilasi dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini!



Gambar 10. Proses ekstraksi dengan teknik destilasi

Untuk proses destilasi yang dilakukan di laboratorium, peralatan yang diperlukan kurang lebih seperti yang terlihat pada gambar di atas. Proses destilasi ini dimulai dengan pemisahan kandungan cairan dengan penguapan atau pemanasan. Produsen atau formulator perlu memerhatikan titik didih antara senyawa yang ingin dipisahkan untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Terkait formulasi pestisida nabati, komposisi yang lazim digunakan adalah 70% dari minyak nabati dan 30% dari komponen lainnya. Gambar di bawah ini menunjukkan proses formulasi pestisida nabati!



Formulasi Minyak Nabati

Komposisi:

- ✓ Minyak Nabati (70%)
- ✓ Komponen lainnya (30%)



Emulsi Minyak Nabati

Gambar 11. Formulasi pestisida nabati

Gambar di atas menunjukkan proses formulasi pada pestisida nabati dari beberapa jenis minyak, seperti minyak mimba, minyak nabati, minyak kedelai, minyak kelapa, dan lain-lain. Setelah dicampur dengan pengemulsi dan bahan lainnya, pestisida nabati yang terformulasi akan berubah warna menjadi putih. Baik minyak nabati yang *edible* maupun yang *non-edible*, keduanya dapat diformulasikan untuk bahan pembuat pestisida nabati.

Pengaplikasian Pestisida Nabati

Untuk pestisida sintetik, proses pengaplikasiannya pada tanaman biasanya dilakukan ketika populasi dari hama atau penyakit tanaman sudah meningkat, tingkat kerusakannya sudah mencapai *economic pest* atau ambang ekonomi. Proses pengaplikasiannya tidak boleh menunggu sampai pada tingkat *economic injury level*. Hal ini karena tingkatan luka ekonomi ini artinya kerusakan yang disebabkan oleh serangan hama atau penyakit sudah merugikan secara ekonomi. Level ini dapat menyebabkan gagal panen.

Di lain sisi, pengaplikasian pestisida nabati sangat bergantung pada bioaktivitas yang terkandung dalam pestisida nabati tersebut, apakah bersifat letal akut atau tidak. Pestisida yang bersifat subletal ataupun yang tidak memiliki sifat letal akut, akan memerlukan waktu yang relatif lebih lama dalam menaklukan serangga hama. Hal ini sangat berbeda dengan pestisida sintetik yang lazimnya memiliki reaksi *rapid action*, efek mematikannya relatif cepat. Oleh karena itu, ketika pestisida sintetik ini diaplikasikan ketika kerusakan sudah mencapai level ambang ekonomi, maka serangga hama tersebut dapat langsung dikendalikan karena efek letalnya yang cepat. Lain halnya ketika pestisida nabati yang diaplikasikan pada level ekonomi. Oleh karena tidak memiliki efek letal akut maka sangat dimungkinkan serangga hama justru tidak dapat dikendalikan dengan baik.

Interval pengaplikasian pestisida nabati bisa dilakukan pada 3–4 hari sekali. Apabila efek dari pengaplikasian sebelumnya dirasa sudah mulai berkurang maka pestisida nabati dapat diaplikasikan kembali. Untuk itu diperlukan pengamatan pada tanaman yang diberi pestisida nabati.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengaplikasian pestisida nabati ini bergantung pada karakteristik dari efek racun yang ditimbulkan oleh pestisida nabati itu sendiri. Kalau pestisida nabati tersebut tidak memiliki efek racun yang letal akut maka sebaiknya mulai diaplikasikan sebelum kerusakan mencapai pada ambang ekonomi. Bahkan, jika mau lebih aman lagi, pestisida nabati tersebut bisa digunakan sebagai bahan preventif, diaplikasikan sebagai tindakan pencegahan terhadap serangan serangga hama. Hal ini karena bahan aktif yang terdapat pada tanaman sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati memang dirancang untuk tindakan preventif. Ketika diaplikasikan ke tanaman, fungsinya untuk mencegah serangga hama agar tidak

menyerang tanaman, atau ketika menyerang, serangannya tidak akan berdampak fatal terhadap pertumbuhan tanaman tersebut. Singkatnya, pengaplikasian pestisida nabati ini harus benar-benar dirancang dengan baik agar pengaplikasiannya seefektif penggunaan pestisida sintetis.

Praktik Pembuatan Pestisida Nabati

Anton Yustiano - Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman
(BBPOPT)

Biopestisida adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari bahan hidup. Biopestisida dapat diartikan sebagaimana bahan hayati, baik berupa tanaman, hewan, mikroba, atau protozoa yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman. Berdasarkan asalnya, biopestisida dapat dibedakan menjadi dua, yakni pestisida nabati dan pestisida hayati. Pestisida nabati merupakan hasil ekstraksi bagian tertentu dari tanaman baik dari daun, buah, biji, atau akar yang senyawa atau metabolit sekunder dan memiliki sifat racun terhadap hama dan penyakit tertentu. Pestisida nabati pada umumnya digunakan untuk mengendalikan hama (bersifat insektisida) maupun penyakit (bersifat bakterisidal).

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang, atau buah. Bahan-bahan ini diolah menjadi berbagai bentuk, antara lain bahan mentah berbentuk tepung, ekstrak atau resin yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tumbuhan. Bahan-bahan ini juga bisa berasal dari bagian tumbuhan yang dibakar untuk diambil abunya lalu digunakan sebagai pestisida. Secara sederhana, pestisida nabati memiliki mekanisme kerja yang unik terhadap hama

sasaran. “Unik” di sini berarti bahwa pestisida tersebut tidak selalu harus memiliki efek mematikan atau membunuh hama sasaran. Unik di sini berarti pestisida tersebut dapat digunakan untuk mengusir, menjadi perangkap, menghambat perkembangan serangga/hama, mengganggu proses pencernaan, mengurangi nafsu makan, bersifat sebagai penolak, bahkan memandulkan hama sasaran.

Mengutip dari laman Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Provinsi Lampung (Anonim 2022), berikut ini merupakan cara kerja pestisida nabati secara spesifik:

- a. Merusak perkembangan telur, larva, dan pupa;
- b. Menghambat proses pergantian kulit;
- c. Mengganggu pola komunikasi serangga atau OPT;
- d. Menimbulkan efek antifidan yang membuat hama enggan makan;
- e. Menghambat sistem reproduksi serangga hama betina;
- f. Mengurangi nafsu makan serangga hama;
- g. Memblokir kemampuan makan dari serangga hama;
- h. Mengusir serangga hama, misal dengan aromanya;
- i. Menghambat perkembangan patogen penyakit.

Kelebihan dan Kekurangan Pestisida Nabati

Pada umumnya, penggunaan pestisida kimia dapat langsung membunuh hama karena memiliki efek letal. Hal ini tentunya membuat petani merasa senang untuk mengaplikasikan pestisida tersebut karena efeknya dapat langsung terlihat setelah pengaplikasian. Namun demikian, efek ini juga dapat merugikan bagi petani karena pestisida dengan efek letal tersebut tidak hanya mematikan bagi serangga hama, tetapi juga bisa

mematikan bagi musuh alami serangga hama yang merupakan sahabat petani. Untuk lebih jelasnya, kelebihan dan kekurangan penggunaan pestisida nabati dan pestisida kimia dapat dilihat pada tabel berikut!

Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan pestisida nabati dan kimia

Pestisida Nabati	Pestisida Kimia
Kelebihan	
Murah dan mudah, bisa dibuat sendiri oleh petani; Relatif aman terhadap lingkungan; Tidak menyebabkan keracunan pada tanaman; Sulit menimbulkan kekebalan terhadap hama Kompatibel digabung dengan cara pengendalian yang lain; Menghasilkan produk pertanian yang sehat karena bebas residu pestisida kimia.	Mudah didapatkan di kios pertanian; Lebih cepat bereaksi pada tanaman yang diaplikasikan; Kemasan lebih praktis; Tahan lama untuk disimpan; Daya racun tinggi (langsung mematikan serangga)
Kekurangan	
Daya kerjanya relatif lambat; Tidak membunuh jasad sasaran secara langsung; Tidak tahan terhadap sinar matahari; Kurang praktis; Tidak tahan disimpan; Cepat terurai; Kadang-kadang harus diaplikasikan atau disemprotkan berulang.	Terjadi resistensi (hama menjadi kebal); Terjadi resurgensi (ledakan hama baru); Penumpukan residu bahan kimia di dalam hasil panen; Terbunuhnya musuh alami dan organisme lain yang berguna; Pencemaran lingkungan akibat residu kimia; Tidak ramah lingkungan; Harganya mahal.

Cara Pembuatan Pestisida Nabati secara Sederhana

Pembuatan pestisida nabati sederhana dapat dilakukan dengan dua cara. Pertama dapat dilakukan dengan menggunakan alkohol atau etanol. Kedua dapat dilakukan dengan cara perebusan. Adapun bahan-bahan yang perlu disiapkan untuk membuat pestisida nabati adalah:

- Bahan tanaman (daun mimba, daun pepaya, empon-empon, dan lain-lain)
- Detergen
- Air
- Alkohol 70%

Adapun peralatan yang diperlukan antara lain adalah timbangan, alat pemanas (kompor), blender, saringan, pisau, gunting, nampan, toples, dan lain-lain.

Untuk pembuatan ekstrak tumbuhan, jika bahan yang digunakan adalah daun, misalnya daun mimba, bisa gunakan takaran 75–100 gram daun per liter air. Jika bahan yang digunakan berupa biji-bijian atau rimpang-rimpangan, bisa menggunakan takaran 25–50 gram biji-bijian/rimpang-rimpangan per liter air. Terdapat perbedaan ukuran bahan antara daun dan biji-bijian karena biasanya biji-bijian dan rimpang-rimpangan memiliki kadar racun yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun-daunan.

Untuk ekstraksi daun mimba, langkah pertama proses pembuatan pestisida nabatinya bisa dimulai dengan menimbang daun mimbanya terlebih dahulu. Setelah mendapatkan takaran yang sesuai, bisa dilanjutkan dengan mengiris daun mimba. Setelah itu, langkah berikutnya adalah memasukkan daun mimba ke dalam mesin blender sedikit demi

sedikit. Jika tidak ada blender, daun mimba yang sudah ditimbang bisa dihaluskan dengan cara ditumbuk atau digerus. Tambahkan air secukupnya ke dalam mesin blender, lalu ditambahkan alkohol 70% sebanyak 10 mL dan diblender sampai halus serta merata. Lakukan tahap ini sampai semua bahan tercampur. Setelah selesai diblender, cairan campuran daun mimba harus disaring terlebih dahulu hingga menjadi larutan semprot yang lebih efisien untuk diaplikasikan, tidak berpotensi menyumbat *nozzle* semprotan. Jika sudah selesai disaring maka cairan pestisida nabati dari daun mimba tersebut siap untuk diaplikasikan pada tanaman.

Cara yang kedua pada pembuatan pestisida nabati dari daun mimba adalah dengan melakukan perebusan. Untuk teknik ini formulasi yang digunakan bisa dengan 100 gram daun mimba untuk 1 liter air, dan 2 gram detergen. Pengemulsi pada teknik perebusan ini tidak dengan menggunakan alkohol, tetapi dengan menggunakan sabun atau detergen. Setelah daun ditimbang sesuai dengan takaran yang diinginkan, daun bisa langsung dipotong-potong untuk memudahkan proses ekstraksi. Selanjutnya sedikit demi sedikit dimasukkan ke dalam panci berisi air yang sebelumnya telah dipanaskan. Tahapan selanjutnya adalah memasukkan detergen ke dalam panci dan diaduk agar semua bahan tercampur rata dan larut. Setelah diaduk rata, tutup panci dan tunggu hingga air mendidih. Setelah larutan daun mimba mendidih, matikan kompor dan biarkan larutan tersebut hingga suhunya turun ke suhu ruangan. Jika ekstrak daun mimba tersebut sudah dingin, larutan ekstrak daun mimba tersebut bisa langsung diaplikasikan sebagai pestisida nabati untuk melindungi tanaman dari OTP.

Selain dengan perebusan dan ekstraksi dengan blender, daun mimba ataupun tumbuhan lainnya dapat diekstraksi dengan cara disuling. Namun demikian, untuk penyulingan atau destilasi ini harus menggunakan alat khusus untuk penyulingan minyak atsiri. Bahan tanaman yang biasanya diekstraksi dengan alat destilasi adalah sereh wangi. Untuk 3 kilogram sereh wangi, dengan 1% rendaman, biasanya akan menghasilkan 20–30 mL minyak atsiri. Di samping destilasi, teknik lain yang bisa diterapkan adalah teknik *pressing*, terutama untuk ekstraksi biji-bijian seperti biji jarak. Jika ingin menghasilkan ekstrak yang lebih tahan lama ketika disimpan, teknik ekstraksinya bisa dilakukan dengan mengubah tanaman-tanaman bahan baku pestisida nabati tersebut ke dalam bentuk serbuk.

Pestisida nabati yang diperoleh dengan dilarutkan dalam air, biasanya memiliki daya simpan selama 2–3 hari. Namun demikian, pestisida yang disimpan dalam bentuk serbuk dapat disimpan dalam kurun waktu yang lebih lama, selama pestisida tersebut tidak berubah warna dan tidak berubah bentuk.

Penggunaan Pestisida Nabati pada Pertanian Organik

Kusman, Ketua Kelompok Tani Tunas Harapan III, Pagaden Barat

Bapak Kusman merupakan petani yang berasal dari kelompok tani Tunas Harapan III, Pagaden Barat, Subang. Beliau sudah menjalani profesinya sebagai petani sejak usia 17 tahun. Beliau belajar bertani dan bercocok-tanam secara otodidak. Namun demikian, seiring berjalannya

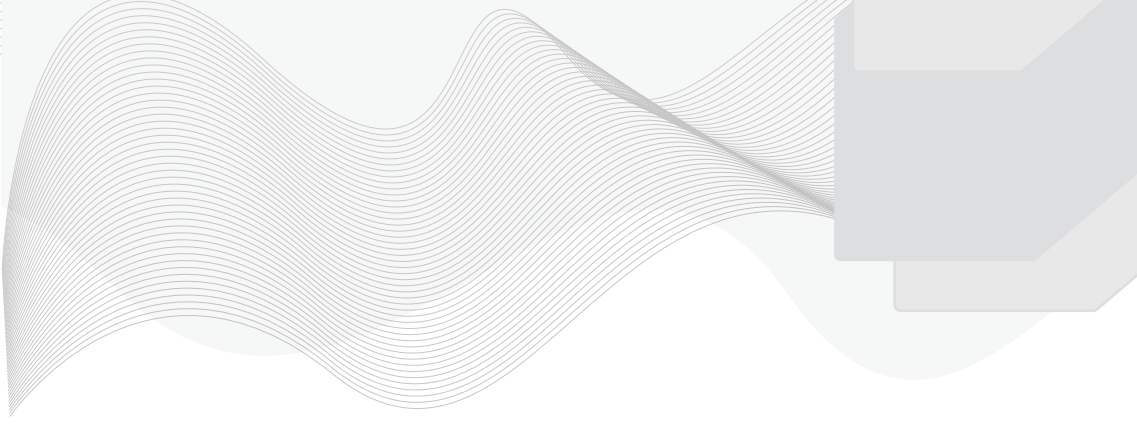
waktu, beliau mulai mempelajari cara bertani sesuai yang dianjurkan oleh tim-tim penyuluh pertanian, salah satunya dengan menerapkan pertanian organik.

Menurut beliau, pola pertanian secara organik dapat membantu beliau dalam menekan biaya produksi, terlebih lagi pertanian organik ini juga lebih ramah lingkungan. Pada masa awal pengolahan tanah, bapak Kusman ini menggunakan pupuk kompos untuk memperbaiki tekstur tanah agar tanah garapannya dapat menjadi subur kembali ketika akan ditanami tanaman baru. Tidak hanya itu, untuk mengatasi kebutuhan nutrisi oleh tanaman, bapak Kusman juga meramu sendiri dari bahan-bahan yang tersedia di alam. Misalnya, untuk pemenuhan kebutuhan Nitrogen (N) dan fosfor (P), bapak Kusman menggunakan racikan dari cairan keong mas, batang pisang, sisa-sisa makanan yang difermentasi, serta tambahan bahan aktif dari dedaunan. Lebih lanjut, cairan rendaman rebung juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan zat pengatur tumbuh (ZPT). Bapak Kusman juga menggunakan bahan-bahan alami untuk pemenuhan kebutuhan Kalium Klorida (KCl) pada tanamannya.

Pada pertanian organik ini, pengendalian hama juga dilakukan dengan menggunakan pestisida nabati dengan memanfaatkan bahan-bahan yang terdapat di alam. Namun demikian, pengaplikasian pestisida tersebut dilakukan setelah melakukan pengamatan terlebih dahulu. Sebelum menggunakan pestisida, musuh alami dari serangga hama pengganggu diberdayakan terlebih dahulu untuk mengendalikan serangan hama pengganggu tanaman. Apabila pemanfaatan musuh alami ini dirasa kurang efektif dalam menekan populasi serangga hama maka pestisida nabati akan diaplikasikan pada tanaman-tanaman yang diserang oleh hama.

Bahan alami yang biasa digunakan dalam pembuatan pestisida nabati ini antara lain daun mimba, jahe, serai, dan lain-lain. Serangan pada tanaman yang berupa bakteri dan jamur-jamur dapat diatasi dengan menggunakan vaksin-vaksin yang dibuat sendiri. Vaksin-vaksin ini diaplikasikan sebelum datangnya serangan atau bisa juga diaplikasikan pada masa awal tanam, bahkan sebelum tanam. Untuk menjaga akar dari serangan bisa digunakan PGPR atau *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*. PGPR ini bisa dibuat dengan akar-akaran seperti akar bambu, akar alang-alang, akar serai, akar rumput gajah, akar putri malu, atau bisa juga menggunakan kecambah. *Paenibacillus Polymyxa* yang diperoleh dari laboratorium Subang dan Laboratorium Jatiasih juga digunakan dalam pertanian organik ini. Di samping itu, ekstrak bawang putih juga bisa digunakan untuk mengantisipasi serangan jamur atau bakteri. Penggunaan bahan-bahan alami yang dapat ditemukan di sekitar ini tentunya akan dapat menekan biaya produksi pertanian. Selain itu, hasil panen dari pertanian organik ini tentunya juga memiliki kualitas yang lebih baik.

Produksi tanaman pangan dengan obat-obatan organik ini akan menghindarkan kita dari konsumsi residu pestisida kimia berlebihan yang terdapat pada hasil pertanian dengan obat-obatan kimia. Pertanian organik ini tidak hanya ramah terhadap ekosistem alam serta lingkungan hidup, tetapi juga pada manusia yang kemudian menjadi produsen dan konsumen dari hasil pertanian organik yang tentunya lebih sehat untuk dikonsumsi.



BAB 2.

Pengelolaan Hama *Spodoptera frugiperda* pada Tanaman Jagung (Episode 479)

Identifikasi *Spodoptera frugiperda* dan Musuh Alaminya

Suputa - Dosen Universitas Gadjah Mada

Spodoptera frugiperda merupakan hama tanaman yang biasa ditemukan pada tanaman jagung. Meskipun bukan hama yang berasal dari Indonesia, hama ini lazim disebut sebagai ulat grayak oleh petani di Indonesia. Dalam bahasa Inggris ulat ini dikenal juga dengan sebutan *Fall Armyworm* atau FAW.

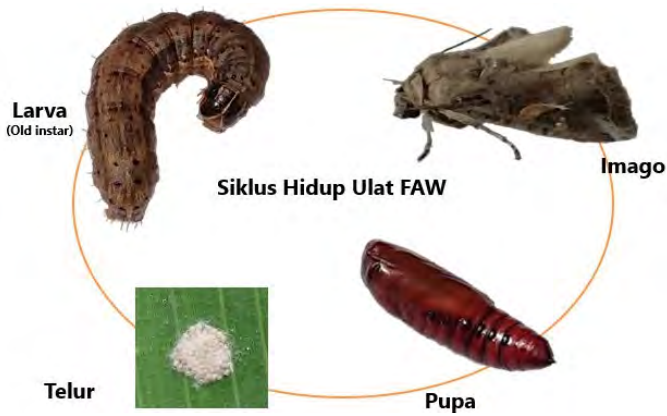
Nama ilmiah dari ulat grayak ini adalah *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith. Dia berasal dari ordo *Lepidoptera* dan famili *Noctuidae*. Serangga jenis ini banyak ditemukan di Amerika bagian utara dan selatan. Menyebar ke Eropa, Afrika Selatan, Cina, Australia, dan Indonesia. Di negara yang memiliki 4 musim, populasi ulat ini akan mengalami peningkatan selama musim panas.

Inang dari *Spodoptera frugiperda* ini cukup banyak karena dia bersifat polifag, artinya dia mampu menyerang banyak tanaman melebihi satu famili. Montezano et al. (2018) melaporkan bahwa sudah ada sebanyak 76 famili tumbuhan dari sekitar 353 spesies yang telah menjadi inang dari *Spodoptera frugiperda* ini. Inang utama dari hama ini adalah *Paceae* seperti padi, tebu, sorghum, kelompok gulma, dan lain-lain. Selain itu, ada juga dari kelompok *Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, dan lain-lain.

Titik tumbuh dari *Spodoptera frugiperda* umumnya ketika tanaman sudah masuk ke fase vegetatif. Hal ini tentunya akan sangat merusak pertumbuhan tanaman. Serangan yang terlihat misalnya seperti daun-daun tanaman yang berlubang. Ketika tanaman memasuki fase generatif, serangan dari hama ini tidak terlalu terlihat.

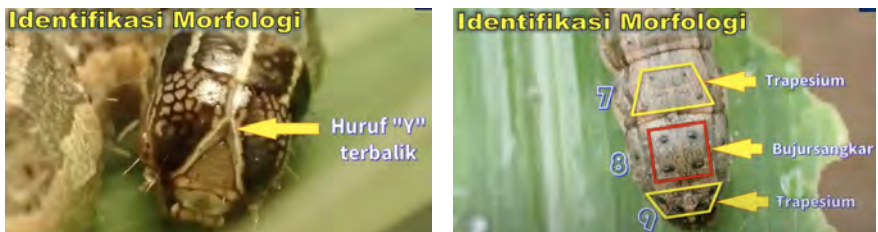
Untuk pengambilan sampel ulat grayak, bisa dilakukan dengan cara memasukkan Lavanya ke dalam alkohol, dimasukkan ke dalam vial yang berisi alkohol murni, kemudian ditutup dan diberi label nama serta asal daerahnya. Agar spesimen yang terdapat di dalamnya tidak rusak, vial bisa ditutup dengan menggunakan aluminium foil.

Pada sampel ulat grayak yang ditemukan di Lampung, setelah diamati ternyata ditemukan fakta bahwa ulat tersebut merupakan kelompok kanibal. Pada pengamatan di sana ditemukan adanya larva yang sedang memakan larva yang lain. Proses saling memakan ini terjadi apabila di satu batang tumbuhan terdapat lebih dari satu ulat grayak yang tinggal.



Gambar 12. Siklus hidup ulat grayak (sumber: <https://nufarm.com/id/ulat-faw/>)

Gambar di atas menunjukkan siklus hidup dari ulat grayak. Siklus hidup dari ulat grayak atau *Spodoptera frugiperda* dimulai dari telur dengan rentan usia 2–3 hari. Setelah menetas dia akan menjadi larva selama 14–19 hari. Selanjutnya dia akan bermetamorfosis menjadi pupa selama 9–12 hari dan fase hidup yang terakhir adalah sebagai imago selama 7–12 hari (Sharanabasappa *et al.* 2018). Perbedaan antara imago jantan dan betina dapat dilihat dari struktur tubuhnya. Pada umumnya imago betina memiliki bentuk tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan imago jantan. Imago jantan ini juga memiliki bentuk abdomen yang panjang dan berambut. Struktur ini yang membedakan antara imago jantan dan betina.



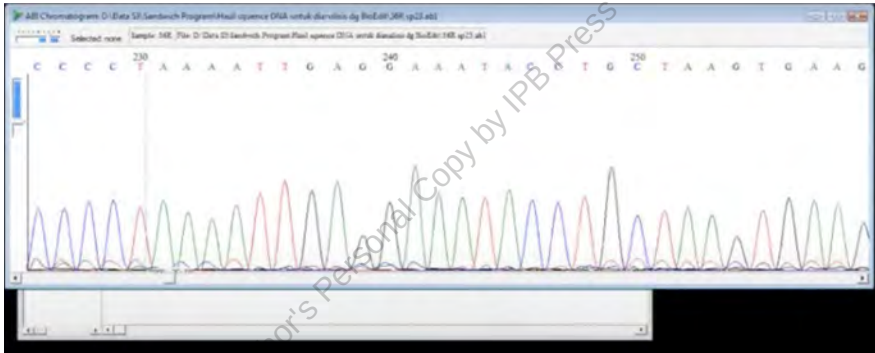
Gambar 13. Struktur morfologi ulat grayak

Ulat grayak memiliki struktur morfologi yang khas seperti yang nampak pada gambar di atas. Pada kapsul kepalanya terdapat corak seperti huruf Y yang terbalik. Selain itu, pada tubuhnya juga terdapat 2 tanda berbentuk seperti trapesium yang mengapit tanda bujursangkar seperti yang terlihat pada gambar 14. Tanda berbentuk trapesium yang muncul di tubuh ulat grayak ini terdapat pada ruas ketujuh abdomen dan ruas kesembilan abdomen. Sementara di ruas kedelapan abdomen dari ulat grayak ini berbentuk bujur sangkar.

Proses mendapatkan basa DNA dari ulat grayak ini dapat dilakukan dengan berbagai cara. Misalnya dengan melakukan ekstraksi DNA yang bertujuan untuk mendapatkan genomik DNA dari ulat grayak tersebut. Elektroforesis genomik DNA dapat juga dilakukan untuk memastikan bahwa ekstraksi DNA yang dilakukan telah berhasil. Selanjutnya, PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dapat dilakukan sebagai salah satu teknik untuk memperbanyak DNA secara enzimatik melalui reaksi berantai *polymerase* tanpa menggunakan organisme. Kemudian dilanjutkan dengan purifikasi *PCR product* untuk membersihkan DNA hasil PCR tadi dari komponen lainnya, seperti sisa primer, dNTP, *Taq polymerase*, $MgCl_2$, dan lain-lain. Tahapan terakhir adalah melakukan pengecekan pada kualitas dan kuantitas DNA serta dilanjutkan dengan *sequencing* DNA. Proses ekstraksi DNA ini bertujuan mendapatkan genomik DNA.

Proses ekstraksi DNA ini bisa dilakukan dengan peralatan bermacam-macam sesuai dengan kit yang ada di lab. Prinsipnya dalam melakukan ekstraksi DNA adalah menghancurkan bagian dari serangga tersebut. Untuk kelompok mitokondria bisa diambil bagian tubuh yang ada ototnya atau ada dagingnya. Lebih lanjut, tahapan elektroforesis genomik DNA ini bisa dilalui ketika sudah dapat diyakini bahwa ekstraksi yang diambil sudah mengandung DNA.

Setelah proses PCR, bisa diuji dengan menggunakan kontrol positif seperti *O. Furnacalis*. Hal ini karena primer untuk serangga bersifat universal, dua-duanya teramplifikasi. Jadi, tahapan dari proses ekstraksi basa DNA ulat grayak jagung dapat dimulai dengan melakukan ekstraksi DNA, kemudian dilanjutkan dengan *electrophoresis genomic DNA*, lalu dilakukan PCR dan dilanjutkan dengan *electrophoresis PCR product*. Setelah itu bisa dilanjutkan ke tahapan *purification PCR product*, lalu ke tahapan *DNA quality measurement* dan yang terakhir adalah *DNA sequencing*.



Gambar 14. Hasil *sequencing DNA Spodoptera frugiperda*

Untuk hasil dari pengambilan basa ulat grayak atau *spodoptera frugiperda* dapat dilihat pada gambar di atas atau bisa juga dilihat dengan menggunakan BioEdit. Dari sini kemudian nanti bisa dibandingkan dengan hasil spesimen lainnya untuk dicari berapa persen kesamaannya dengan spesies lain. Hasil analisis sementara menunjukkan bahwa spesimen *Spodoptera frugiperda* yang diambil di Lampung memiliki kesamaan dengan spesimen *Spodoptera frugiperda* yang berasal dari India.

Pada identifikasi musuh alami *Spodoptera frugiperda* ditemukan bahwa yang menjadi musuh alami serangga hama jenis ini adalah parasitoid dan predator. Untuk parasitoidnya ada parasitoid telur dan parasitoid larva, sedangkan untuk predatornya ada predator larva dan predator imago.

Wahyuningsih *et al.* (2022) dalam kajiannya mengenai level parasitisasi dari telur *Spodoptera frugiperda* menemukan bahwa tingkat keparasitan dari telur *Spodoptera frugiperda* paling tinggi berada di area agroforestri, diikuti area persawahan padi, dan persawahan tadah hujan. Selain dengan memanfaatkan parasitoid, pengendalian populasi *Spodoptera frugiperda* juga bisa dilakukan dengan memanfaatkan musuh alami lainnya. Dalam pengamatannya, Suroto *et al* (2021) menemukan ada 10 jenis musuh alami dari *Spodoptera frugiperda* yang menyerang tanaman, di antaranya ada *Oxyopes salticus*, *Dermaptera*, *Holcocephala sp.*, *Rainieria sp.*, *Orius insidiosus*, *Apanteles sp.*, *Dolichoderus sp.*, *Paratrechina sp.*, *Oecophylla sp.*, dan *Conocephalus longipennis*.

Selain itu, ada juga Otedrum atau capung hijau. Predator satu ini cukup ganas. Dia memangsa imago, bukan memangsa ulatnya, tetapi memangsa ngengatnya. Sayangnya, capung hijau ini hanya aktif di siang hari saja, sedangkan ngengatnya lebih banyak aktif di malam hari. Biasanya, ngengat yang termangsa oleh capung hijau ini adalah ngengat yang aktif di pagi hari. Musuh alami lainnya adalah *Philodictus javanus*. Predator ini sangat efektif memangsa *Spodoptera frugiperda* di tanaman jagung. Biasanya yang dimangsa adalah imagonya. Musuh alami ulat grayak yang lainnya adalah *Andrallus spinidens*. Dia juga mau memangsa *Spodoptera frugiperda* yang ada di tanaman jagung.

Hama *Spodoptera frugiperda* ini juga dapat dikendalikan dengan *mating disruption* (MD) pada pertanaman jagung. Cara pengendaliannya dengan memasang feromon. Sebagaimana diketahui bersama bahwa *feromon sex* ini digunakan untuk berkomunikasi antara imago jantan dan imago betina. Oleh karena itu, pola komunikasi ini dapat dikecoh dan dikacaukan agar ngengat jantan tidak bisa menemukan ngengat betina sehingga mereka tidak dapat melakukan perkawinan. Cara ini dapat digunakan untuk menekan populasi *spodoptera frugiperda*.

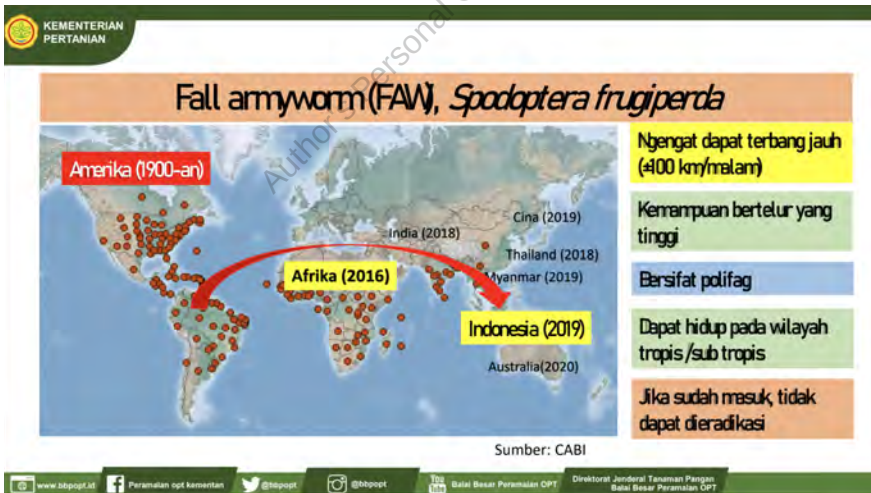
Swibawa et al. (2022) mengemukakan bahwa prinsip kerja dari *mating disruption* ini tidak untuk membunuh serangga hama, tetapi tujuan utamanya untuk mencegah perkawinan antara ngengat jantan dan betina guna menekan populasi. Pola ini dapat diterapkan di area pertanaman jagung agar petani dapat mengurangi penggunaan pestisida sintetis dalam menangani serangan hama ulat grayak pada tanaman jagung. *Mating disruption* ini juga tentunya lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan pestisida yang mengandung racun.

Secara umum, upaya pencegahan *outbreak* hama ulat grayak ini bisa dilakukan dengan tidak menanam jagung di luar musim tanam. Kalau memang terpaksa harus menanam jagung di luar musim tanam maka petani sebaiknya menghindari menanam jagung di dekat lahan jagung yang sudah terserang ulat grayak. Selanjutnya pengamatan juga perlu dilakukan, baik untuk pengamatan tanaman sejak awal musim tanam, maupun pengamatan agens hayati yang ada di area pertanian.

Pengendalian *Spodoptera frugiperda* dengan Menggunakan Pestisida Kimia secara Bijaksana

Willing Bagariang - Balai Besar Peramalan Organisme
Penggangu Tanaman.

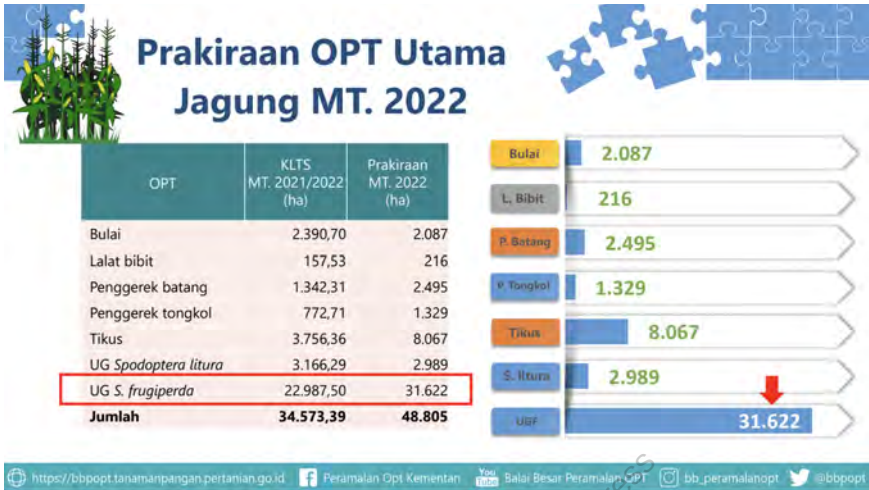
Spodoptera frugiperda atau *Fall ArmyWorm* (FAW) bukan merupakan spesies asli dari Indonesia. FAW ini merupakan serangga hama yang berasal dari benua Amerika. Di Indonesia, hama ini dikenal sebagai salah satu genus hama yang dapat menyebabkan kerusakan berat pada tanaman jagung. Oleh karena itu, di Indonesia hama ini lebih dikenal dengan nama ulat grayak jagung. Peta persebaran *Spodoptera frugiperda* di dunia dapat dilihat pada gambar di bawah ini!



Gambar 15. Persebaran FAW di dunia

Spodoptera frugiperda ini pertama kali ditemukan di Amerika pada tahun 1900-an. Dengan kemampuannya yang dapat terbang jauh hingga kurang lebih 100 km/malam, hama ini kemudian menyebar ke benua lain seperti Afrika, Asia, dan Australia. Serangga hama ini dilaporkan ada di Afrika pada tahun 2016, kemudian dilaporkan ada di Indonesia pada tahun 2019. Serangga ini memiliki kemampuan beradaptasi yang cukup tinggi sehingga dia mampu bertahan hidup dengan baik ketika memasuki wilayah baru. Selain itu, dia juga memiliki kemampuan bertelur yang cukup tinggi sehingga dia mampu dengan cepat melipatgandakan populasinya. Lebih lanjut, serangga ini bersifat polifag, dia mampu hidup di banyak inang. Hal lain yang membahayakan dari ulat ini adalah ketika dia sudah berhasil memasuki suatu wilayah, dia akan sulit untuk dieradikasi. Oleh karena itu, diperlukan penanganan yang bijak agar hama ini tidak menyebabkan kerugian besar pada petani jagung.

Berdasarkan pengamatan BBPOPT, *Spodoptera frugiperda* ini sudah menyebar di sekitar 33 provinsi yang ada di Indonesia. Tersebar dari pulau Sumatera hingga Papua. Berdasarkan pada laporan terakhir di BBPOPT, ditemukan bahwa serangan *Spodoptera frugiperda* juga sudah mulai memasuki Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. Hanya dalam kurun waktu beberapa tahun, serangga hama ini sudah tersebar di seluruh Indonesia. BBPOPT juga sudah menerbitkan informasi terkait OPT utama, khususnya untuk tanaman jagung pada musim tanam 2022. Serangan dari ulat grayak ini diprediksi mencapai 50% atau kurang lebih sekitar 31.622 hektare. Untuk lebih lengkapnya, dapat dilihat pada gambar berikut!



Gambar 16. Prakiraan OPT utama jagung pada masa tanam 2022

Untuk di pulau Sumatera, serangan hama *Spodoptera frugiperda* yang tinggi ada di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Lampung. Provinsi lain yang perlu diwaspadai terhadap serangan ulat grayak jagung ini adalah Jawa Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tengah. Daerah-daerah tersebut diperkirakan akan mendapatkan serangan yang tinggi pada musim tanam 2022. Ini bisa menjadi *early warning system* bagi para petani yang akan menanam jagung di musim tanam 2022 ini.

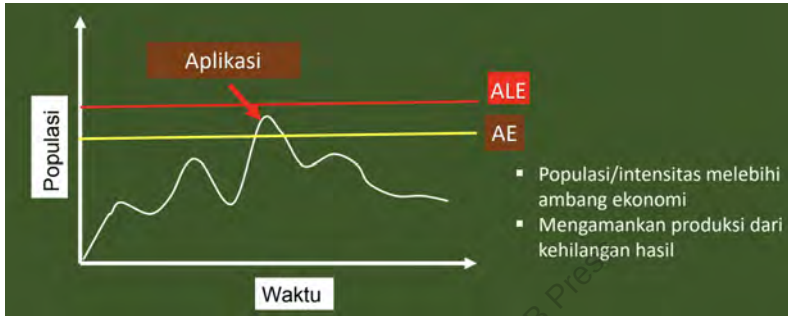
Pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* ini mengikuti Peraturan Pemerintah (PP) nomor 6 tahun 1995 tentang perlindungan tanaman. Ada beberapa teknik pengendalian yang bisa dilakukan oleh petani jagung. Pengendalian paling awal yang bisa dilakukan adalah dengan budidaya. Kultur teknis ini dijadikan dasar dalam upaya pengendalian *Spodoptera frugiperda* dengan cara memerhatikan proses budidaya, pola tanam, varietas tanaman, pengolahan tanah, dan lain-lain. Terkait pola tanam yang paling berisiko menyebabkan tingginya populasi atau infeksi

serangan adalah pada pola tanam yang monokultur. Risiko serangan dan dampak kerusakannya kemungkinan lebih besar dibandingkan dengan pola tanam polikultur. Selanjutnya terkait pengolahan tanah, penggunaan varietas-varietas yang tahan serangan juga dapat membantu menekan intensitas serangan. Namun demikian, saat ini di Indonesia belum ditemukan varietas-varietas yang dapat bertahan dari serangan *Spodoptera frugiperda*.

Hal lainnya yang bisa dilakukan adalah dengan pengendalian secara fisik mekanis, seperti pengumpulan kelompok telur atau larva. Bisa juga dengan pengendalian biologis atau juga pemanfaatan musuh alami serta agens pengendali hayati seperti dari kelompok bakteri, cendawan, atau kelompok virus. Cara pengendalian berikutnya bisa juga dengan menggunakan biopestisida, misalnya dengan memanfaatkan ekstrak daun mimba untuk mengendalikan *Spodoptera frugiperda*. Apabila serangan dari *Spodoptera frugiperda* ini masih belum bisa dikendalikan dengan cara-cara tersebut maka petani jagung bisa juga melakukan pengendalian dengan menggunakan bahan kimia. Cara ini merupakan pilihan terakhir atau sebagai alternatif akhir di dalam pengendalian *Spodoptera frugiperda* di mana di dalam PP nomor 6 tahun 1995, para petani dapat menggunakan pestisida sebagai bahan pengendali OPT.

Strategi pengendalian kimia *Spodoptera frugiperda* ini perlu memerhatikan prinsip 6 Tepat. Hal yang dimaksud dengan 6 tepat ini adalah tepat sasaran, tepat mutu, tepat jenis, tepat waktu, tepat dosis/konsentrasi, dan tepat penggunaan. Penggunaan pestisida ini merupakan alternatif terakhir dengan meminimalisir dampak yang mungkin ditimbulkan, seperti dampak resistensi, resurgensi, serta residu atau pencemaran lingkungan. Dampak-dampak ini yang harus dipertimbangkan ketika melakukan pengendalian serangga

hama *Spodoptera frugiperda* secara kimiawi. Waktu yang tepat untuk melakukan pengendalian hama secara kimiawi adalah ketika populasi atau intensitas serangannya sudah melebihi ambang batas ekonomi atau ambang kendali.



Gambar 17. Pengendalian hama secara kimiawi

Waktu pengaplikasian pestisida kimiawi ini perlu diperhatikan guna mengamankan hasil produksi serta menekan kemungkinan kehilangan hasil yang lebih besar. Dapat dilihat pada gambar di atas, ketika populasi hama sudah melebihi ambang ekonomi maka pengendalian kimiawi harus dilakukan.

Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian telah mempublikasikan data intensitas tanaman dan ambang ekonomi serangan seperti berikut ini!

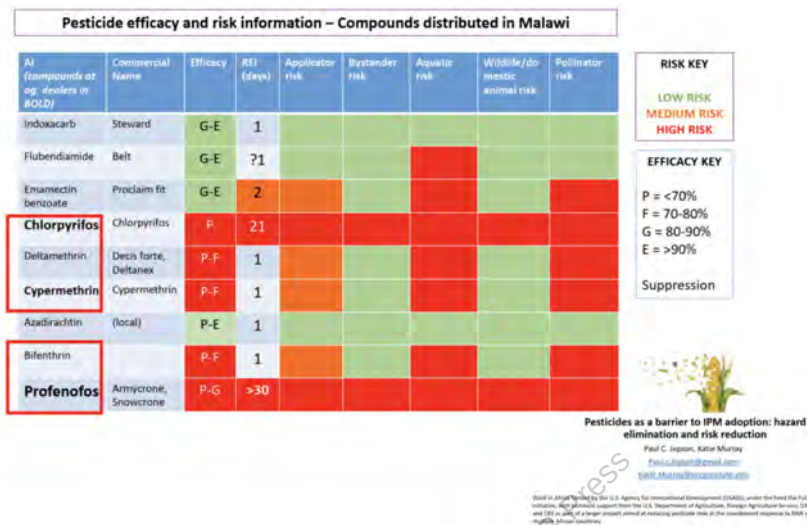
Tabel 4. Intensitas serangan dan ambang ekonomi *Spodoptera frugiperda* pada semua kelompok umur

Kriteria	Persentase Kerusakan Tanaman pada Umur Tanaman ke (%)		
	0–2 MST	2–4 MST	>4 MST
Ringan	0–10	0–20	0–40
Sedang	10–20	20–40	40–60
Berat	20–40	40–60	60–75
Sangat Berat	40–85	60–85	75–85
Puso	>85	>85	>85
Ambang Ekonomi (AE)	15%	30%	50%

(sumber: Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan 2020)

Data pada tabel di atas menunjukkan bahwa ambang ekonomi dari hama *Spodoptera frugiperda* kurang lebih sekitar 15–50% dan di atas dari 4–5 minggu itu ada pada angka 50%. Data pada tabel di atas dapat digunakan untuk melakukan gerakan pengendalian secara kimia.

Pada tahun 2019, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian mengeluarkan surat edaran tentang bahan aktif insektisida untuk pengendalian hama ulat grayak *Spodoptera frugiperda*. Beberapa bahan aktif insektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tersebut antara lain *Emamektin Benzoat*, *Cyantraniliprole*, *Spinetoram*, dan *Tiamektosan*. Hal yang perlu dipahami ketika melakukan pengendalian secara kimiawi adalah risiko atau efek samping yang terdapat pada bahan aktif tersebut. Tidak semua bahan aktif tersebut memiliki risiko-risiko rendah. Ada beberapa bahan aktif yang memiliki risiko atau efek samping yang cukup tinggi. Perhatikan gambar berikut!



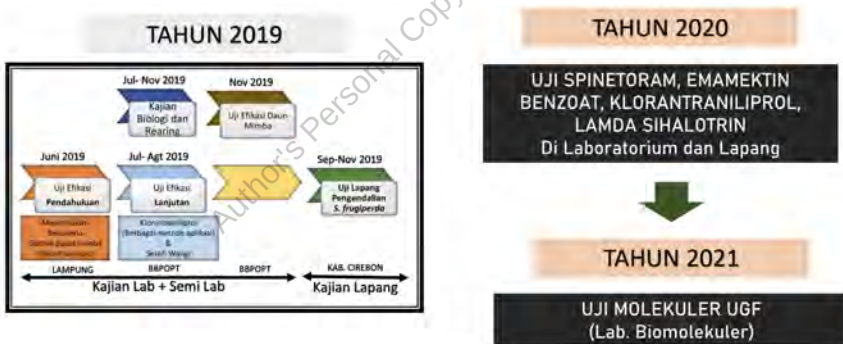
Gambar 18. Informasi efikasi bahan aktif pestisida dan risikonya

Gambar tersebut menunjukkan beberapa bahan aktif yang memiliki risiko tinggi. Data tersebut diambil dari tulisan Paul C. Jepsen dan Katie Murray yang berjudul *Pesticides as a barrier to IPM adoption: Hazard elimination and risk reduction*. Bahan-bahan yang berwarna merah merupakan bahan aktif yang tidak disarankan untuk digunakan karena memiliki kandungan risiko yang tinggi. Selain itu, bahan tersebut juga memiliki efikasi yang rendah dan sangat berisiko bagi aplikator, pollinator, maupun makhluk hidup yang ada disekitarnya. Bahan tersebut antara lain, seperti Chlorpyrifos, Cypermethrin, dan Profenofos. Bahan-bahan tersebut sangat berisiko mengganggu ekosistem alam dan manusia. Oleh karena itu, penggunaan bahan efektif yang memiliki efikasi tinggi serta ramah lingkungan sangat perlu dipertimbangkan.

Ada beberapa bahan aktif yang memiliki efikasi cukup bagus dan memiliki risiko penggunaan yang relatif rendah. Beberapa bahan aktif ramah lingkungan yang bisa digunakan untuk mengendalikan *Spodoptera*

frugiperda adalah *Spinetoram* (+/- *methoxyfenozide*), *Chlorantraniliprole*, *NPV*, *Bt*, dan *Azadirachtin*. Bahan-bahan tersebut telah dilaporkan memiliki risiko yang rendah terhadap pengendalian *Spodoptera frugiperda*. Selain itu, ada juga *emamectin benzoate* yang memiliki risiko sedang bagi aplikator. Oleh karena itu, ketika diaplikasikan memiliki aroma yang cukup menyengat sehingga diperlukan perlindungan khusus ketika diaplikasikan.

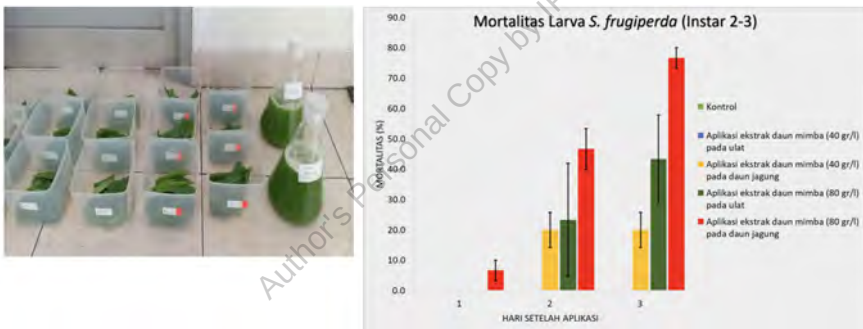
Sejak tahun 2019 sampai tahun 2021, BBPOPT sendiri telah melakukan beberapa kajian terhadap struktur *Spodoptera frugiperda* ini. Secara rinci, pengujian terhadap *Spodoptera frugiperda* yang telah dilakukan dalam kurun waktu tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 19. Kajian ulat grayak *Spodoptera frugiperda* di BBPOPT

Pada juni 2019, uji efikasi pendahuluan dilakukan di Lampung dengan menggunakan bahan aktif, seperti *metarhizium*, *Beauveria*, ekstrak padat mimba, dan *klorantraniliprol*. Ketika persebaran ulat grayak ini menyebar ke daerah lain, BBPOPT melakukan uji efikasi lanjutan pada rentang bulan Juli sampai Agustus 2019 dengan menggunakan *klorantraniliprol* (dengan berbagai metode aplikasi) dan sereh wangi. Kajian biologi dan *rearing* juga dilakukan pada rentang

waktu bulan Juli sampai November 2019 serta uji efikasi dengan daun mimba pada bulan November 2019. Kajian-kajian tersebut dilakukan di laboratorium dan semi laboratorium. Selanjutnya, pada bulan September sampai November 2019, kajian lapangan atau uji lapang pengendalian ulat grayak ini dilakukan di kabupaten Cirebon. Pada tahun 2020, BBPOPT memperluas wilayah pengujian dengan uji *spinetoram*, *emamectin benzoate*, *klorantaniliprol*, dan *lamda sihalotrin*. Pengujian ini dilakukan di laboratorium dan lapangan. Pada tahun 2021, BBPOPT melakukan uji molekuler UGF di laboratorium biomolekuler. Pengujian ini dilakukan terhadap beberapa sampel ulat grayak yang diambil dari beberapa provinsi di Indonesia.



Gambar 20. Uji pestisida nabati (ekstrak daun mimba)

Gambar di atas merupakan pengujian dengan menggunakan pestisida nabati berbahan daun mimba. Ini adalah daun mimba yang ada di alam, kemudian dilarutkan dengan pelarut air. Dosis pestisida nabati yang digunakan adalah 40 gram daun mimba dan 80 gram daun mimba untuk per liter air. Pestisida nabati daun mimba tersebut diaplikasikan di daun jagung dan ulat. Tingkat mortalitas tertinggi adalah pada pengaplikasian ekstrak daun mimba dengan dosis 80 gram per liter pada daun jagung. Larva-larva ulat grayak ini rata-rata mati setelah 3 hari pengaplikasian pestisida nabati.

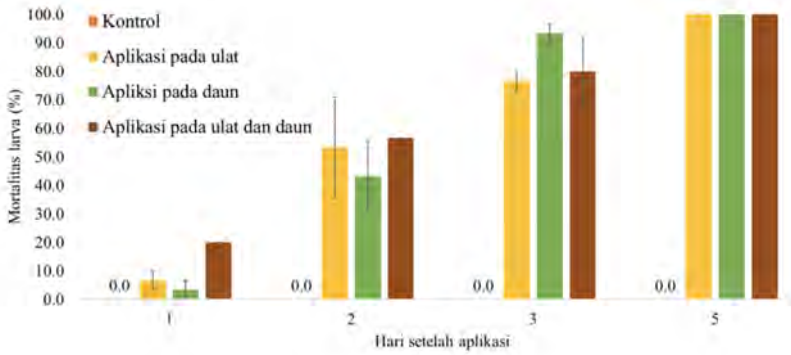
Beberapa pestisida potensial yang bisa digunakan untuk mengendalikan *Spodoptera frugiperda* antara lain:

Tabel 5. Pestisida botani yang berpotensi mengendalikan ulat grayak

Species	Family	Extract	Mode of action	Reference
<i>Neem: Azadirachta indica</i>	Meliaceae	0.25% Neem oil	Larvicidal with up to 80% mortality in the lab	Tavares <i>et al.</i> (2010)
<i>Aglaia cordata Hiern</i>	Meliaceae	Hexane and ethanol extracts of seeds	Larvicidal with up to 100% mortality in the lab	Mikolajczak <i>et al.</i> (1989)
<i>Annona mucosa Jacquin</i>	Annonaceae	Ethanol extract from seeds	Larval growth inhibition	Ansante <i>et al.</i> (2015)
<i>Vernonia holosericea, Lychnophora ramosissima, and Chromolaena chuseae</i>	Asteraceae	Ethanol extracts from leaves	Ovicidal	Tavares <i>et al.</i> (2009)
<i>Cedrela salvadorensis and Cedrela dugessi</i>	Meliaceae	Dichloromethane extracts of wood	Insect growth regulating (IGR) and larvicidal with up to 95% mortality	Céspedes <i>et al.</i> (2000)
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Cactaceae	Methanol extracts of roots and other aerial parts	Insect growth regulating (IGR); larvicidal, delayed pupation	Céspedes <i>et al.</i> (2005)
Long pepper, <i>Piper hispidinervum</i>	Piperaceae	Essential oil from seeds	Affects spermatogenesis and hence egg laying	Alves <i>et al.</i> (2014)
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	Ethanol extract of leaves	Antifeedent to larva; synergistic with pesticide	Bullangpoti <i>et al.</i> (2012)
<i>Jatropha gossypifolia</i>	Euphorbiaceae	Ethanol extract of leaves	Antifeedent to larva; synergistic with pesticide	Bullangpoti <i>et al.</i> (2012)
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Castor oil and Ricinine (seed extracts)	Growth inhibition and larvicidal	Ramos-López <i>et al.</i> (2010)

Prasanna *et al.* (2018)

Bahan aktif dari famili *meliceae* bisa digunakan untuk mengendalikan ulat. Ada juga pestisida nabati yang dapat menghambat pertumbuhan-pertumbuhan larva seperti dari famili *annonaceae*. Ada juga pestisida nabati yang cara kerjanya bersifat *ovicidal* seperti tanaman pada famili *Asteraceae*. Selanjutnya ada pestisida dari famili *euphorbiaceae* yang dapat menimbulkan efek antifeidan.

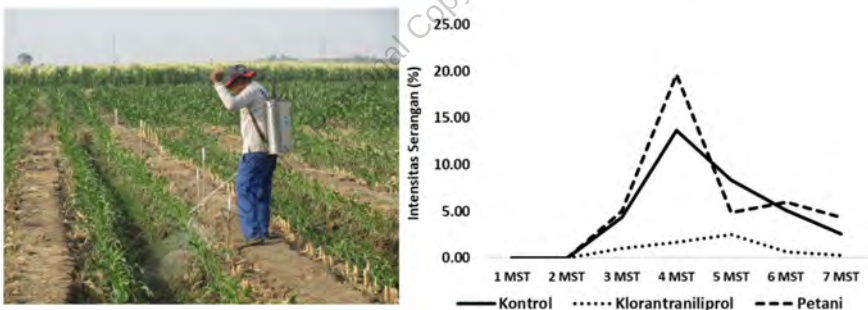


Gambar 21. Uji insektisida klorantraniliprol pada larva instar 2–3

Gambar di atas menunjukkan hasil uji insektisida dengan menggunakan klorantraniliprol pada daun dan larva instar 2–3. Terlihat pada gambar bahwa tanaman dengan perlakuan kontrol tidak mampu bertahan dari serangan *Spodoptera frugiperda*, sedangkan tanaman yang diberi perlakuan dengan klorantraniliprol menunjukkan hasil yang berbeda. Selanjutnya, hasil penelitian terkait penggunaan klorantraniliprol untuk pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* menunjukkan bahwa bahan aktif ini mampu memberikan efek letal sebesar 90% pada hari ketiga setelah diaplikasikan pada daun dan larva (Bagariang *et al.* 2020). Bahan aktif ini dapat mematikan larva kecil ketika diaplikasikan dengan dosis kurang lebih 2 cc per liter air. Namun demikian, bahan aktif

ini terbukti juga tidak menimbulkan efek berbahaya pada parasitoid, predator, ataupun pollinator dari *Spodoptera Frugiperda* (Brugger *et al.* 2010; Dinter *et al.* 2009).

Berangkat dari keberhasilan pengujian di laboratorium seperti yang diuraikan di atas, uji lapangan juga dilakukan di perkebunan jagung milik petani Cirebon. Pada saat dilaksanakan pengujian, pola tanam di perkebunan jagung Cirebon tidak dilaksanakan secara serempak. Ada lahan yang baru ditanami jagung, ada juga lahan yang sudah ditanami jagung dan masuk ke fase generatif. Dosis dan proses pengaplikasian klorantraniliprol ini sendiri sama seperti yang dilakukan di laboratorium. Berikut data hasil pengaplikasian bahan aktif tersebut di pertanaman jagung Cirebon!



Gambar 22. Uji lapangan *klorantraniliprol* pada *Spodoptera frugiperda*

Grafik pada gambar 23 menunjukkan perbandingan intensitas serangga hama *Spodoptera frugiperda* dengan 3 jenis perlakuan, yakni perlakuan kontrol, perlakuan dari petani, dan perlakuan dengan klorantraniliprol. Serangan hama ulat greyek ini dimulai pada saat tanaman jagung berusia 2 minggu setelah tanam. Puncak serangan pada tanaman kontrol dan tanaman petani terjadi di sekitar minggu keempat setelah masa tanam. Tanaman yang diberi perlakuan klorantraniliprol

terbukti mampu bertahan terhadap serangan hama *Spodoptera frugiperda*, kurang dari 5% saja yang diserang oleh ulat grayak tersebut. Hasil panen tanaman jagung yang diberi perlakuan bahan aktif ini juga menunjukkan bobot tongkol yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil panen tanaman jagung pada petani dan pada perlakuan kontrol (Bagariang et al. 2020). Dengan demikian, pengaplikasian bahan aktif ini tidak hanya bisa digunakan untuk mengendalikan serangan hama *Spodoptera frugiperda*, tetapi bisa juga digunakan untuk memaksimalkan hasil panen.

Tabel 6. Mortalitas larva instar 3 *Spodoptera frugiperda*

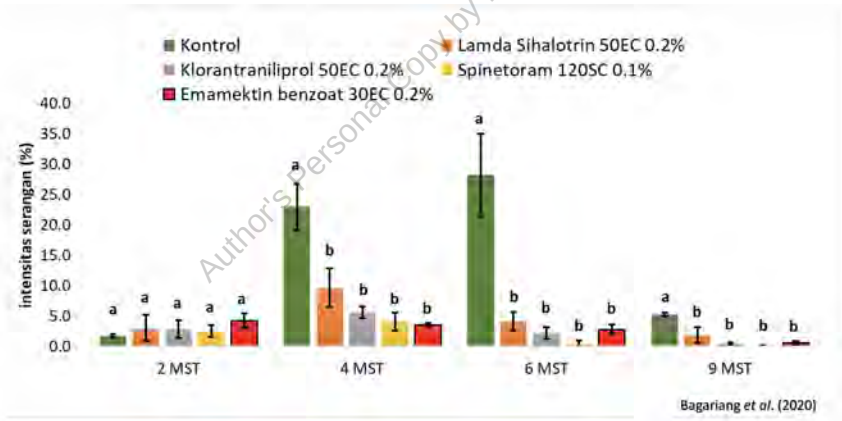
Perlakuan	Mortalitas (larva (%)) pada								
	1 hari setelah aplikasi			3 hari setelah aplikasi			5 hari setelah aplikasi		
	Rataan	±	SE	Rataan	±	SE	Rataan	±	SE
Kontrol	0.0	±	0.0 c	0.0	±	0.0 b	0.0	±	0.0 c
Emmamektin benzoat 30 EC (0.2%)	100.0	±	0.0 a	100.0	±	0.0 a	100.0	±	0.0 a
Spinetoram 120 SC (0.1%)	100.0	±	0.0 a	100.0	±	0.0 a	100.0	±	0.0 a
Lamda Sihalotrin 50 EC (0.2%)	56.7	±	17.6 b	80.0	±	15.3 a	86.7	±	8.8 ab
Mimba (40 gr/l)	10.0	±	5.8 c	23.3	±	8.8 b	56.7	±	12.0 b

Nilai rata-rata mortalitas larva yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5% berdasarkan uji Tukey

Bagariang et al. (2020), seperti yang tampak pada tabel di atas, telah melakukan pengujian beberapa bahan aktif untuk pengendalian hama *Spodoptera frugiperda*. Terlihat dalam data mortalitas di atas, sejak satu hari setelah pengaplikasian *emmamektin benzoate* 30 EC sebanyak 0,2% dan *spinetoram* 120 SC sebanyak 0,1%, angka mortalitas *Spodoptera Frugiperda* sampai di angka 100. Hal ini bahkan terus berlangsung hingga hari ketiga. Bahan aktif lainnya yang memiliki angka mortalitas cukup baik untuk mengendalikan *Spodoptera frugiperda* adalah *lamda sihalotrin* dan *mimba*. *Lamda sihalotrin* ini tentunya memiliki angka mortalitas di bawah *emmamektrin* maupun *spinnertoram*. Lebih lanjut, *mimba* yang digunakan dalam pengujian ini merupakan ekstrak *mimba*

yang memang tersedia di laboratorium. Dosis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebesar 40 gram per liter, dan diketahui penggunaan dosis ini menyebabkan 10% mortalitas di hari pertama pengaplikasian. Namun demikian, setelah lima hari pengaplikasian ditemukan bahwa angka mortalitas pengaplikasian daun mimba ini mencapai 50%. Jadi, memang baik daun segar maupun ekstrak, bahan aktif dari mimba ini bisa digunakan untuk pengendalian *Spodoptera frugiperda*.

Setelah itu, Bagariang *et al.* (2020) juga melakukan pengujian di lapangan terhadap penggunaan bahan-bahan aktif tersebut untuk pengendalian hama *Spodoptera frugiperda*. Berikut hasil dari pengujian di lapangan:



Gambar 23. Uji lapang insektisida pada tanaman jagung di Garut

Terdapat 4 bahan aktif yang digunakan untuk pengendalian serangga hama *Spodoptera Frugiperda*, yaitu klorantraniliprol 50EC 0,2%, emamectin benzoate 30EC 0,2%, lamda sihalotrin 50EC 0,2%, dan spinetoram 120SC 0,1%. Khusus penggunaan spinetoram ini memang dosisnya lebih rendah dari bahan aktif lainnya. Grafik pada gambar di atas menunjukkan bahwa tanaman yang mendapatkan paling

banyak serangan adalah tanaman dengan perlakuan kontrol. Berikutnya yang paling banyak diserang adalah lamda sihalotrin dan diikuti oleh ketiga bahan aktif lainnya.

Untuk menghitung dan mengurangi terjadinya resistensi terhadap insektisida maka dapat dilakukan strategi manajemen resistensi insektisida melalui pergiliran insektisida dengan kode cara kerja yang berbeda (*Mode of Action*). Contoh dari penerapan strategi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut!

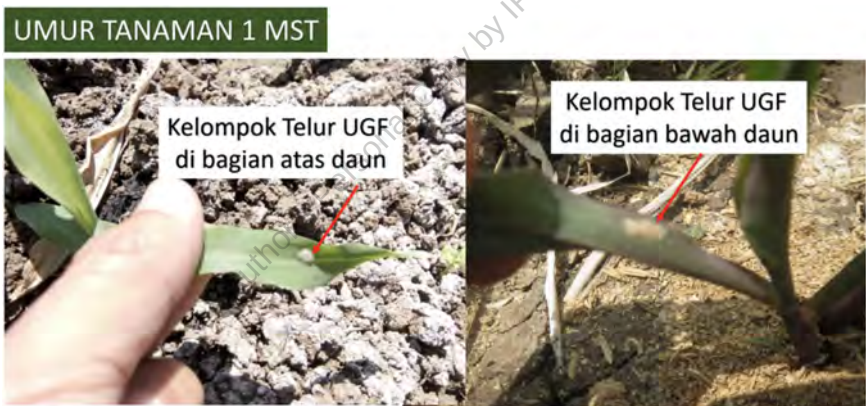
Tabel 7. Pergiliran insektisida dengan MoA berbeda

<i>Insecticide</i>	<i>MoA</i>	<i>Chemical Class</i>
Klorantraniliprol	28	Diamides
Emmamektrin benzoate 30 EC (0,2%)	6	Avermectins, Mibemicyins
Spinetoram 120 SC (0,1%)	5	Spinosyns
Lamda Sihalotrin 50 EC (0,2%)	3A	Pyreroids, pyretrines

Peran pengamatan dalam keberhasilan pengendalian memegang kunci yang penting untuk keberhasilan dalam pengendalian *Spodoptera frugiperda*. Jika tidak dilakukan pengamatan maka akan sulit dikontrol jika terjadi kegagalan. Peran pengamatan ini penting sebagai sistem peringatan dini atau *early warning system*. Dari pengamatan ini nanti bisa diputuskan terkait langkah selanjutnya yang akan diambil, apakah akan dikendalikan atau memang kondisi tanaman cukup aman dari serangan hama. Hal yang sering terjadi pada pengendalian *Spodoptera frugiperda* adalah serangan bisa saja terjadi sewaktu-waktu. Oleh karena itu, pengamatan harus dilakukan guna mengamankan tanaman dari serangan hama ini.

Berdasarkan hasil pengamatan serangan *Spodoptera Frugiperda* di pertanaman jagung di Garut, OPT ini sudah mulai meletakkan telurnya di daun jagung. Telur dari serangga ini biasanya diletakkan

di bawah daun atau di atas daun jagung. Jumlah kelompok telur yang ada di pertanaman jagung ini bervariasi, ada yang 50, ada yang 100, bahkan ada yang sampai berjumlah 200. Jumlah koloni kelompok telur ini bergantung pada besar kecilnya ukuran kelompok tersebut. Untuk penanganan hama telur di fase awal tanam ini, akan sangat efektif kalau telur-telur itu dikumpulkan lalu dimusnahkan guna menekan populasi yang muncul di fase berikutnya. Hal ini karena ketika sudah menetas, larva yang berukuran sangat kecil tersebut akan sulit ditemukan. Ketika sudah memasuki fase ini yang bisa dideteksi adalah gejala gangguannya pada tanaman. Jadi, gejala ini merupakan tanda awal kehadiran larva tersebut di bagian tanaman jagung. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 24. Penampakan telur UGF (*S. Frugiperda*) di daun

Gambar tersebut menunjukkan penampakan telur dari *Spodoptera frugiperda* yang menempel di atas permukaan daun dan di bawah permukaan daun. Tanaman yang dihindangi tersebut merupakan tanaman jagung yang masih berusia satu minggu setelah tanam.



Gambar 25. Gejala awal serangan *S. frugiperda*

Lebih lanjut, gambar di atas merupakan perwujudan dari gejala awal serangan dari *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung yang berusia kurang lebih satu minggu. Bercak-bercak di daun tersebut diakibatkan oleh larva dari telur *Spodoptera frugiperda* yang sudah menetas.



Gambar 26. Gejala serangan larva kecil di tanaman berumur 2 minggu

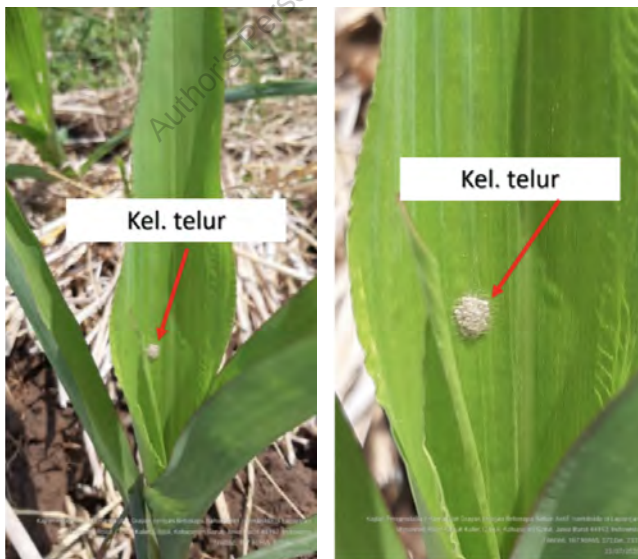
Ketika tanaman sudah memasuki usia 2 minggu maka gejala serangan yang nampak pada daun tanaman terlihat seperti pada gambar di atas. Kerusakan terlihat berupa lubang-lubang kecil yang disebabkan oleh larva kecil. Lubang-lubang yang disebabkan oleh larva kecil ini memiliki bentuk yang bervariasi, ada yang bulat kecil, ada juga yang berbentuk bulat memanjang. Kerusakan-kerusakan kecil ini jika dibiarkan akan merusak kesehatan daun jagung. Ketika petani jagung menemukan gejala seperti ini dan jumlahnya sudah melebihi ambang kendali maka pestisida nabati sudah mulai bisa diaplikasikan untuk mencegah kerusakan yang lebih parah.



Gambar 27. Gejala serangan larva instar 2 dan 3

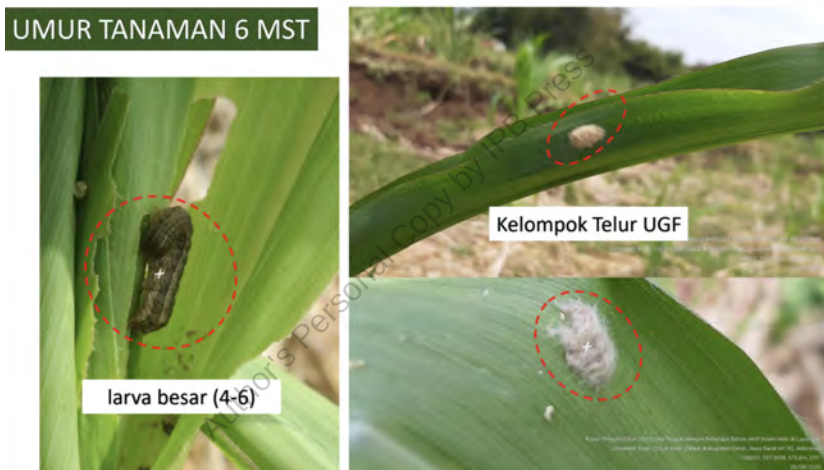
Gambar 27 adalah penampakan gejala serangan dari larva instar 2 dan larva instar 3. Pada fase instar 2, satu tanaman jagung kadang bisa ditemukan satu sampai dua ekor. Biasanya larva instar 2 ini berwarna krem seperti yang terlihat pada gambar di atas, sedangkan bagian bawahnya berwarna hitam. Pola serangan dari instar 2 ini seperti serangan larva kecil, dia akan memakan epidermis daun jagung. Selanjutnya, instar 3 ini akan terbentuk ketika tanaman berusia 2 minggu. Bentuk *Spodoptera frugiperda* di instar 3 ini sudah seperti ulat. Apabila instar 3 ini sudah banyak menyebar di pertanaman, sebaiknya segera dilakukan penanganan secara kimiawi untuk menekan populasi serangga hama tersebut. Gejala seperti ini biasanya banyak ditemukan di jagung manis.

Ketika tanaman sudah berumur 4 minggu setelah ditanam, biasanya serangan dengan gejala yang sama juga ditemukan di tanaman jagung seperti yang terlihat pada gambar berikut ini:



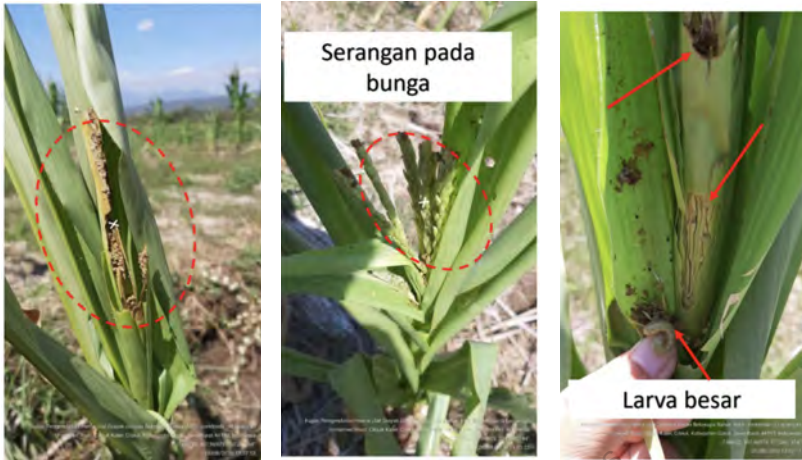
Gambar 28. Kelompok telur *S. frugiperda*

Kelompok telur pada gambar di atas berisi puluhan telur ulat grayak yang menempel pada daun tanaman jagung berusia 4 minggu setelah tanam. Ketika sudah menetas, gejala-gejala serangan dari larva kecil ini juga serupa dengan gejala serangan yang terjadi ketika tanaman berusia 2 minggu, seperti muncul lubang-lubang kecil pada helai daun jagung. Bahkan ketika tanaman berumur 6 minggu, larva-larva *Spodoptera frugiperda* juga ditemukan dengan ukuran tubuh yang besar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 29. Gejala serangan *Spodoptera frugiperda* pada tanaman berumur 6 minggu

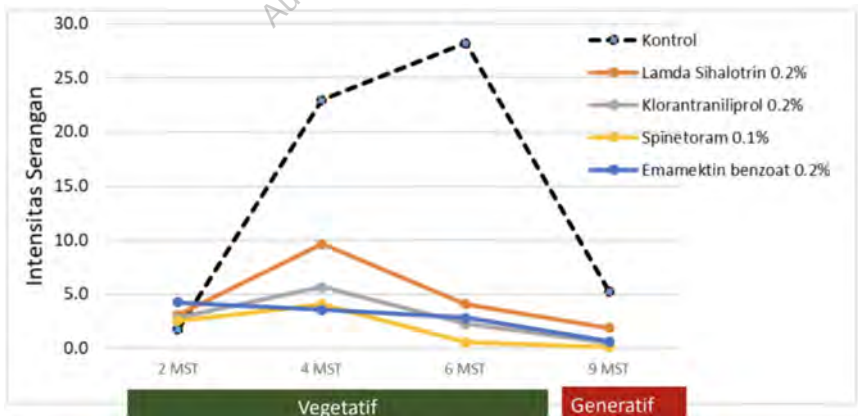
Pada fase generatif, serangan dari *Spodoptera frugiperda* biasanya ditemukan pada pucuk, pada bunga, dan pada tongkol. Jika serangan dari hama *Spodoptera frugiperda* muncul pada fase generatif ini, tidak disarankan untuk melakukan pengendalian dengan menggunakan insektisida. Berikut merupakan gambaran *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung berumur 9 minggu!



Gambar 30. Serangan hama pada tanaman jagung berusia 9 minggu

Tampak pada gambar di atas serangan hama *Spodoptera frugiperda* pada jagung berumur 9 minggu. Larva terlihat menyerang pucuk tanaman dan bunga jagung.

Secara singkat, pola serangan dari hama *Spodoptera frugiperda* ini terlihat seperti gambar berikut:

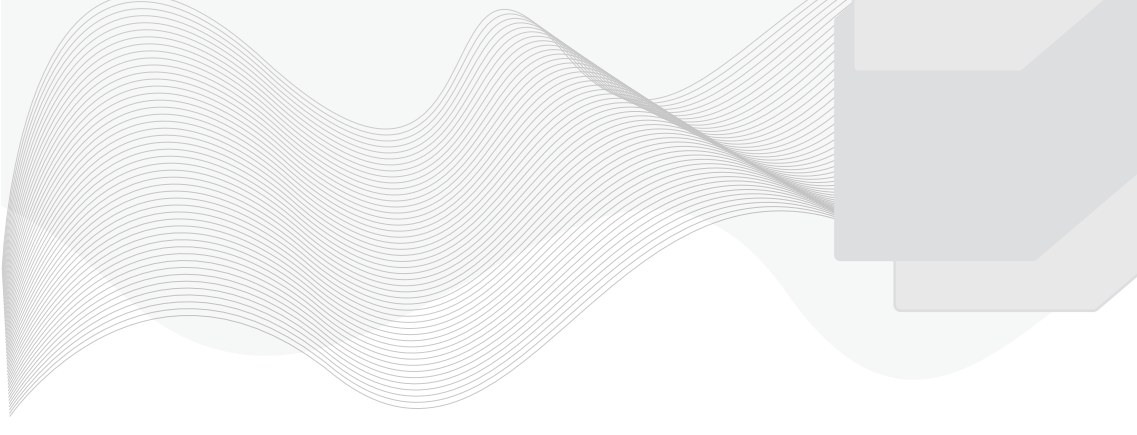


Gambar 31. Pola Serangan hama *Spodoptera frugiperda*

Grafik berwarna hitam menunjukkan pola serangan pada tanaman kontrol. Terlihat bahwa populasi dari hama tersebut terus meningkat pada fase vegetatif. Serangan hama juga terlihat naik pesat ketika tanaman berusia 2 minggu sampai 4 minggu, kemudian akan mengalami kenaikan lagi ketika tanaman berusia 4 minggu sampai 6 minggu. Serangan dan populasi dari hama ini akan mulai berkurang ketika tanaman sudah memasuki fase generatif. Namun demikian, jika masih ditemukan gejala serangan hama di fase generatif ini, pengaplikasian pestisida sangat tidak dianjurkan.

Para petani jagung perlu memahami pola serangan dari hama *Spodoptera frugiperda* ini. Hal yang perlu diperhatikan adalah waktu-waktu krusial ketika hama tersebut mulai menyerang dan kapan serangan itu akan mencapai puncaknya. Ketika pola-pola serangan ini sudah dipahami, petani dapat mempersiapkan tindakan-tindakan preventif agar serangan atau populasinya tidak melewati ambang ekonomi. Oleh karena itu, pengamatan pada tanaman akan sangat diperlukan.

Terdapat beberapa hal yang bisa disimpulkan berdasarkan uraian tersebut. Pertama, pengendalian *Spodoptera frugiperda* ini tidak disarankan hanya mengandalkan pengendalian secara kimia, akan tetapi para petani juga perlu menerapkan sistem pengelolaan hama terpadu (PHT). Kedua, lakukan pergiliran insektisida (*mode of action*) untuk mengurangi terjadinya resistensi hama terhadap insektisida dan memerhatikan tingkat efektivitas dan faktor risiko insektisida. Ketiga, perlu dilakukan pengamatan rutin untuk memantau gejala serangan awal dari *Spodoptera frugiperda* ini sehingga pengambilan keputusan pengendalian tepat waktu.



BAB 3. Kembali ke Alam, Gunakan Pestisida Nabati

Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis
dan Sosialisasi ProPaktani Episode 567

Pestisida Nabati dalam Perspektif Ekologi
Pertanian

Dadang

Ada berbagai macam jenis pestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangga hama di area persawahan, perkebunan, atau pertanaman. Ada pestisida nabati yang terbuat dari bahan-bahan alami, dan ada juga pestisida sintetik yang berasal dari rekayasa kimia. Namun demikian, secara umum pestisida-pestisida tersebut bersifat kimiawi. Misalnya, meskipun suatu pestisida terbuat dari bahan-bahan alami, nanti yang akan bekerja dalam pengendalian hama adalah senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada tumbuhan tersebut.

Saat ini ada berbagai macam pestisida sintetis yang beredar di pasaran. Pestisida-pestisida ini umumnya memiliki *feel letal* yang akut karena kandungan bahan aktifnya yang mampu melemahkan serangga hama dengan cepat. Setiap pestisida sintetis tersebut memiliki kadar racun yang berbeda-beda. Kadar racun ini yang memiliki pengaruh terhadap ekosistem di alam dan juga dapat menimbulkan dampak buruk bagi manusia (Singkoh dan Katili 2019). Lebih jauh lagi, penggunaan pestisida sintetis yang tidak bijaksana juga dapat mengakibatkan timbulnya masalah resistensi meskipun kemunculan efek ini cenderung tidak stabil dan konsisten. Resistensi ini bersifat lokal, kadang muncul di satu daerah, tetapi tidak muncul di daerah lain. Hal ini bergantung pada intensitas dan juga penggunaan bahan aktif tertentu.

Permasalahan lainnya yang diakibatkan dari penggunaan pestisida yang tidak bijaksana adalah pencemaran lingkungan. Ini merupakan permasalahan yang cukup serius karena *recovery rate* dari penggunaan pestisida nabati ini sangat rendah, yakni hanya 20%. Oleh karena itu, jika terpaksa harus menggunakan pestisida sintetis maka upayakan jangan sampai overdosis, misalnya menggunakan 600 liter per hektare. Ini karena harus diolah kembali dan banyak yang terbuang. Bahan aktif yang terbuang inilah yang kemudian menjadi limbah dan mencemari lingkungan.

Berikutnya, permasalahan terkait kesehatan masyarakat akibat dari penggunaan pestisida sintetis ini juga perlu diperhatikan. Sering sekali ditemukan di masyarakat, ada petani yang mengaplikasikan pestisida nabati tanpa menggunakan APD. Padahal, penggunaan APD ini sangat penting untuk menjaga tubuh petani dari kontaminasi racun pestisida sintetis yang bisa menempel pada pakaian atau kulit.

Permasalahan yang terakhir adalah mengenai residu pada produk pertanian. Residu yang tersisa pada produk pertanian ini berbahaya apabila dikonsumsi oleh manusia. Ini akan berpengaruh pada kesehatan masyarakat. Residu dari pestisida ini dapat menyebabkan keracunan atau efek jangka panjang yang lebih parah.

Salah satu alternatif untuk menghindari permasalahan tersebut salah satunya adalah dengan penggunaan pestisida nabati atau insektisida nabati. Pestisida nabati ini kadang disebut juga sebagai pestisida botani. Hal yang dimaksud dengan pestisida nabati ini adalah pestisida yang terbuat dari senyawa kimia yang diambil dari tumbuhan. Senyawa-senyawa ini kemudian berperan untuk mengendalikan serangan hama OPT di tanaman pertanian. Senyawa-senyawa tumbuhan yang digunakan sebagai bahan aktif pembuatan pestisida nabati ini diambil dari sekelompok senyawa pada tumbuhan. Hanya senyawa yang memiliki efek biologis dan fisiologis saja yang digunakan sebagai bahan aktif dalam pembuatan pestisida nabati pengendali hama. Sementara untuk pengendalian penyakit, senyawa yang digunakan adalah senyawa yang mampu menghambat pembelahan sel penyakit. Ada tiga syarat dalam pembuatan pestisida nabati ini, yakni ada senyawa tumbuhan, ada aktivitas biologisnya, dan ada respon dari OPT ketika diaplikasikan. Ketiga syarat ini yang kemudian akan menentukan tingkat efisiensi dari penggunaan pestisida nabati tersebut. Oleh karena itu, penggunaan pestisida ini tidak boleh sembarangan dan harus menggunakan dosis yang tepat. Singkat kata, pestisida nabati dapat didefinisikan sebagai senyawa kimia tumbuhan (metabolit sekunder) yang mampu memberikan satu atau lebih aktivitas biologi, baik fisiologi maupun tingkah laku pada serangga hama dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengendalian hama.

Apakah teknologi penggunaan pestisida nabati ini baru? Penggunaan dari pestisida nabati ini sendiri sudah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi klasik, bahkan ada yang menyebutkan bahwa pestisida nabati ini sudah digunakan sejak sebelum masehi. Pada zaman dahulu, teknologi yang digunakan untuk pembuatan pestisida nabati ini masih sederhana, yakni dengan menggunakan air sebagai pelarutnya. Beberapa contoh pestisida nabati yang digunakan pada zaman dahulu adalah ampas zaitun (*Olea europaea*), bawang putih (*Allium sativum*), dan mentimun liar (*Citrullus colocynthis*). Bahan-bahan tersebut digunakan untuk mengendalikan ulat dan belalang. Pada tahun 1690, penggunaan pestisida nabati ini mulai berkembang, ditandai dengan penggunaan teknologi ekstraksi pada tembakau. Ekstrak tembakau ini mulai digunakan di Perancis untuk pengendalian kepik jala (*Tingidae*) pada pohon pir. Selanjutnya pada tahun 1800-an, pestisida nabati dari tepung bunga piretrum mulai dikembangkan. Pestisida ini masih digunakan sampai sekarang sebagai insektisida di beberapa wilayah di Iran.

Sejalan dengan perkembangan zaman, masyarakat semakin terdorong untuk mengembangkan pestisida sintetis untuk pertanian. Dari sini kemudian lahirlah organoklorin, organofosfat, karbamat, piretroid, dan lain-lain. Oleh karena efektivitas dari pestisida sintetis cukup tinggi, kemudian pestisida nabati mulai tersingkirkan. Pada tahun 1960 mulai dilakukan isolasi azadirachtin dari mimba. Seiring dengan penggunaannya, ditemukan bahwa efek samping dari penggunaan pestisida sintetis ini adalah pada kerusakan lingkungan. Berangkat dari hal tersebut, pestisida nabati mulai kembali digunakan guna menjaga ekosistem alam. Faktor lainnya karena senyawa-senyawa baru untuk pembuatan pestisida nabati sulit untuk ditemukan.

Pada tahun 1985 pestisida nabati mulai dikembangkan guna meminimalisir kerusakan lingkungan akibat penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijak. Dari sini para peneliti, juga para petani, mulai mengkaji lagi pemanfaatan tanaman-tanaman yang berpotensi untuk dijadikan bahan aktif pengendali hama. Para ahli kimia mencari senyawa-senyawa baru dari tanaman atau mikroba untuk digunakan sebagai bahan aktif pembuat pestisida. Urgensi ini juga dipicu karena sulitnya untuk menggali senyawa-senyawa baru sebagai bahan pembuat pestisida sintetik karena menelan biaya yang cukup banyak.

Senyawa-senyawa yang dapat diperoleh dari tanaman antara lain piretroid yang berasal dari piretrin, karbamat dari sinigrin, dan lain-lain. Penemuan senyawa-senyawa ini yang juga memotivasi para ilmuwan untuk mencari senyawa lainnya pada tumbuhan untuk bahan aktif pembuat pestisida. Contoh senyawa yang berasal dari mikroba adalah Spinosad.

Ada beberapa alasan yang membuat masyarakat kembali menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati memiliki persistensi rendah. Dengan persistensi yang rendah ini maka pestisida nabati dapat dengan mudah terdegradasi sehingga tidak menimbulkan residu. Produk pertanian yang diproduksi dengan sistem pertanian organik, dengan cara pengaplikasian pestisida nabati, relatif terbebas dari residu zat-zat kimiawi. Selanjutnya, aplikasi pestisida sintetik yang terlalu berlebihan, penggunaan dengan intensitas yang cukup tinggi dan terus-menerus, maka sangat berpotensi menimbulkan resistensi dalam waktu singkat. Beberapa pestisida seperti klorantraniliprol menyebabkan resistensi yang cepat pada tanaman atau pada hama-hama di tanaman sayur dan padi. Dengan penggunaan pestisida nabati, masalah-masalah demikian dapat dihindari.

Pestisida nabati ini juga dapat memberikan keamanan yang tinggi terhadap manusia karena kebanyakan kandungan-kandungan senyawa pada bahan aktif cukup aman untuk manusia, terlebih lagi jika bahan-bahan yang digunakan adalah bahan-bahan untuk jamu-jamuan, zingiberaceae, piperaceae, dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut relatif aman untuk dijadikan sebagai bahan aktif. Meskipun demikian, ada juga beberapa bahan yang memiliki tingkat toksisitasnya tinggi terhadap mamalia. Oleh karena itu, biasanya bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pestisida ini diujikan terlebih dahulu untuk mengukur kadar toksisitas pada tumbuhan tersebut. Tujuan lain dari pengujian ini untuk memeriksa apabila ada senyawa atau mikroba yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Contoh tanaman yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi adalah biji bengkuang. Oleh karena itu, bahan ini tidak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pestisida nabati.

Hal menarik lainnya dari pestisida nabati adalah adanya efek sinergis pada penggunaan beberapa jenis tanaman. Jadi, ketika beberapa bahan digabungkan, terkadang akan muncul efek saling memperkuat sehingga formulasi tersebut dapat lebih efisien ketika diaplikasikan. Selain itu, bahan baku pembuatan pestisida nabati relatif bersifat *renewable*. Misalnya, penggunaan daun sebagai bahan baku. Ketika daunnya dipetik untuk bahan baku, nanti dia akan kembali bertumbuh. Jika yang digunakan adalah ranting atau biji, nanti buah dan rantingnya akan tumbuh lagi. Bagian-bagian dari tanaman yang akan diambil ini adalah bagian-bagian yang tidak akan merusak pertumbuhan tanaman itu sendiri.

Manfaat utama dari penggunaan pestisida nabati adalah sifatnya yang kompatibel dengan strategi lain dalam PHT, misalnya terhadap musuh alami dari serangga hama. Beberapa pestisida nabati bersifat selektif dalam pengendalian hama sehingga *beneficial insect* atau musuh alami hama tidak akan terdampak ketika pestisida nabati tersebut diaplikasikan di area pertanian.

Perbedaan antara pestisida sintetik dan pestisida nabati dapat dilihat pada tabel berikut!

Tabel 8. Perbedaan antara pestisida nabati dan sintetik

Pestisida Sintetik	Pestisida Nabati
- Bahan aktif melalui proses sintesis	- Bahan aktif tersedia secara alami
- Persistensi secara umum tinggi	- Mudah terdegradasi
- Bersifat <i>broad spectrum</i>	- Bersifat selektif
- Potensi terjadinya resistensi tinggi	- Terjadinya resistensi lambat
- Keamanan terhadap mamalia rendah	- Keamanan terhadap mamalia cukup tinggi
- Ketersediaan di pasar tinggi	- Ketersediaan produk di pasar rendah
- <i>Self life</i> tinggi	- <i>Self life</i> rendah

Tabel di atas menunjukkan beberapa perbedaan signifikan antara pestisida sintetik dan pestisida nabati. Perbedaan pertama yang paling mencolok adalah dari bahan aktif yang digunakan. Bahan aktif pada pestisida nabati umumnya tersedia di alam maka formulator tidak perlu mencari karena dapat ditemukan di sekitar. Di sisi lain, bahan aktif pada pembuatan pestisida sintetik harus melalui proses sintesis terlebih dahulu. Bahan sintetik ini kadang kala ditemukan setelah proses pengkajian yang lama dan menghabiskan dana triliunan rupiah. Selanjutnya, mayoritas pestisida sintetik ini memiliki persistensi yang tinggi, seperti organoklorin yang bisa bertahan tahunan serta organofosfat yang bisa

bertahan bulanan. Di lain sisi, pestisida nabati relatif memiliki persistensi yang rendah. Pestisida nabati mayoritas dapat terdegradasi dengan sinar UV dari matahari.

Selanjutnya, pestisida sintetik pada umumnya bersifat *broad spectrum*, sedangkan kebanyakan pestisida nabati bersifat selektif. Widyati *et al.* (2001) menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan sifat *broad spectrum* pada pestisida terkait dengan kemampuan pestisida tersebut untuk diaplikasikan pada berbagai inang serta dapat membunuh beberapa jenis serangga hama. Begitu juga kaitannya dengan tingkat resistensi. Pestisida sintetik cenderung memiliki resistensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pestisida nabati. Ini lazimnya disebabkan karena pestisida sintetik tersusun dari bahan aktif tunggal, sedangkan pestisida nabati umumnya terbuat dari banyak senyawa.

Permasalahan berikutnya adalah pestisida sintetik ini memiliki tingkat keamanan terhadap mamalia yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pestisida nabati. LVDT pada pestisida nabati umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan LVDT pada pestisida sintetik sehingga pestisida ini lebih aman untuk mamalia. Tingkat keamanan yang rendah pada pestisida nabati ini juga berkaitan pada residu yang ditimbulkan. Kaur dan Garg (2014) menyatakan bahwa residu pestisida yang terdapat di produk pertanian maupun di alam dapat menyebabkan penyakit akut, penyakit kronis, bahkan kematian. Beberapa penyakit kronis pada manusia yang ditimbulkan karena residu pestisida antara lain seperti kanker (Lee 2005), *neurodegenerative diseases* (Elbaz *et al.* 2009), penyakit *cardiovascular* (Abdullah *et al.* 2011), diabetes tipe 2 (Son *et al.* 2010), dan beberapa penyakit kronis lainnya.

Meskipun demikian, pestisida sintetik ini memiliki ketersediaan yang tinggi di pasaran karena banyak perusahaan yang memproduksi. Sementara itu, pestisida nabati relatif lebih sedikit jumlahnya di pasaran. Umumnya para petani memproduksi sendiri pestisida nabati yang dibutuhkan. Lebih lanjut, pestisida sintetik memiliki *self-life* yang tinggi sehingga dapat disimpan dalam kurun waktu tahunan, sedangkan pestisida nabati tidak memiliki *self-life* yang tinggi. Daya simpan pestisida nabati relatif rendah sehingga harus langsung diaplikasikan pada tanaman ketika sudah selesai diproduksi, khususnya yang diproduksi dengan pelarut air. Hal ini karena jika pestisida nabati sudah dihindangi jamur maka tingkat keefektifannya akan berkurang.

Penggunaan pestisida nabati dari perspektif ekologi pertanian dapat dilihat dari efek penggunaannya dan bahan sumber ekstraknya. Pertimbangan penggunaan dari sudut pandang efek penggunaannya ini diukur dari tingkat efektivitasnya, tingkat efisiensinya, dan tingkat keamanannya. Dalam pemilihan bahan aktif, perlu dicari tanaman-tanaman yang memiliki efektivitas yang signifikan untuk digunakan sebagai pengendali hama tanaman. Selanjutnya, pertimbangan berikutnya bisa dilihat dari jumlah konsentrasi yang digunakan. Bahan aktif yang efisien merupakan bahan aktif yang dapat diaplikasikan dalam konsentrasi rendah. Hal lainnya yang perlu dipertimbangkan terkait penggunaan pestisida tersebut adalah tingkat keamanannya, seperti keamanan terhadap *beneficial organism*, keamanan terhadap operator, dan keamanan terhadap masyarakat luas.

Terkait sumber ekstraknya, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah bahan bakunya mudah didapat, bersifat *renewable*, dan tidak merusak ekosistem. Berangkat dari hal tersebut, para petani bisa mulai membudidayakan tanaman-tanaman yang dapat digunakan sebagai

bahan baku pestisida nabati agar bahan baku tersebut mudah didapat dan tersedia di sekitar. Tanaman-tanaman tersebut bisa ditanam di galengan sawah sehingga para petani tidak perlu jauh-jauh mencari bahan baku untuk pembuatan pestisida nabati. Budidaya bahan baku pestisida nabati ini juga bisa dilakukan di pekarangan rumah atau lahan-lahan kosong. Selanjutnya, bahan baku pembuatan pestisida nabati ini harus bersifat *renewable* sehingga dia tidak akan habis dan akan selalu tersedia. Oleh karena itu, sangat tidak dianjurkan menggunakan bahan-bahan baku yang akan menyebabkan tanaman tersebut mati, seperti kulit atau akar pohon. Cara yang seperti ini tentu saja merupakan cara yang tidak ramah lingkungan. Pemanfaatan tanaman sebagai bahan aktif pestisida nabati ini bisa dengan menggunakan bagian ranting, daun atau bagian tanaman lainnya sehingga ketika ranting atau daun tersebut diambil, tanaman tidak akan rusak dan dapat kembali menumbuhkan bagian-bagian tanaman yang telah diambil. Selain itu, keberlangsungan ekosistem tanaman juga perlu diperhatikan. Tidak dianjurkan untuk terlalu banyak mengambil bahan aktif dari alam ketika hal tersebut berpotensi merusak ekosistem yang ada. Oleh karena itu, penggunaannya harus efisien. Contoh penggunaan bahan aktif yang tidak efisien adalah penggunaan dua ton daun untuk diaplikasikan di satu hektare lahan. Jumlah ini tentunya terlalu besar sehingga pemanfaatan tanaman untuk pestisida nabati ini menjadi tidak efisien. Selanjutnya, ketika daun diekstrak untuk pembuatan pestisida nabati, ampas ataupun sisa dari proses ekstraksi tersebut dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik sehingga sama sekali tidak ada yang terbuang.

Legalitas Penggunaan Pestisida Nabati di Indonesia

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia nomor 43 tahun 2019 ayat 2 tentang Pendaftaran Pestisida, pestisida yang dapat digunakan di Indonesia merupakan pestisida-pestisida yang telah mendapat izin Menteri Pertanian. Di dalam Peraturan Menteri tersebut juga disebutkan bahwa klasifikasi pestisida berdasarkan bahan aktifnya terdiri atas pestisida sintetis dan pestisida alami. Pestisida sintetis merupakan pestisida yang terbuat dari satu atau lebih senyawa sintetis. Sementara itu, pestisida alami merupakan pestisida yang terbuat dari makhluk hidup atau mineral alami.

Pestisida alami ini terdiri atas pestisida biologi, pestisida metabolit, dan pestisida mineral. Pestisida biologi memiliki bahan aktif berupa mikroorganisme atau virus. Lebih lanjut, pestisida-pestisida yang berbahan aktif senyawa sekunder disebut dengan pestisida metabolit. Selanjutnya, pestisida yang berbahan aktif mineral alami disebut sebagai pestisida mineral.

Untuk pestisida metabolit sendiri biasanya bahan bakunya diambil dari tanaman atau mikroorganisme, misalnya metabolit yang diambil dari cendawan. Untuk dapat diedarkan di pasaran, pestisida-pestisida ini harus diujikan terlebih dahulu dan proses perizinannya. Ketika legalitasnya sudah terpenuhi maka pestisida tersebut dapat dijual di pasaran.

Dalam implementasinya, pestisida nabati ini terbukti dapat memperlambat laju resistensi dan hal ini sangat penting untuk diperhatikan. Jika ditinjau dari gabungan bahannya, terkadang satu jenis tanaman dapat menghasilkan lebih dari satu efek. Misalnya kandungan bahan aktif dari ekstrak mimba yang dapat memberikan beberapa efek pada serangga. Beberapa efek kerja ekstrak pada serangga antara lain:

- Merusak atau menghambat perkembangan telur, larva, dan pupa;
- Menghambat pergantian kulit larva atau nimfa;
- Mengganggu komunikasi perkawinan;
- Menolak makan pada larva dan imago;
- Menghambat imago betina meletakkan telur;
- Sterilisasi imago;
- Meracuni larva dan imago;
- Menghambat makan;
- Menghalangi kemampuan penyerapan makanan pada usus serangga;
- Menghambat dan mengganggu metamorfosis;
- Menghambat pembentukan kitin

Ada banyak publikasi artikel yang telah membahas hal tersebut di atas. Selain mimba, ada tanaman lain juga yang memiliki banyak efek seperti ini. Dengan demikian resistensi akan lama terjadinya.

Penggunaan langsung pestisida nabati biasanya dengan menggunakan ekstrak kasar dan ekstrak terfraksinasi. Namun, teknologi ekstraksi yang paling sering digunakan adalah teknologi ekstrak kasar dengan cara direndam di dalam pelarut air. Namun, jika pestisida nabati tersebut akan dipasarkan, proses ekstraksinya bisa dengan ekstraksi kasar

atau dengan ekstraksi yang sudah terfraksinasi. Kalau bahan aktifnya sudah terfraksinasi, otomatis kandungan senyawanya akan lebih sedikit karena sudah dipisahkan antara fraksi aktif dengan fraksi pasif. Senyawa-senyawa yang tidak aktif dari buah atau tanaman sudah dipisahkan maka kandungan senyawanya juga berkurang.

Untuk kebutuhan industri tujuannya untuk mensintesis bahan baru. Produsen di dunia industri perlu memikirkan cara untuk mensintesis senyawa-senyawa baru dengan senyawa-senyawa yang sudah ada, seperti organofosfat dan karbamat. Produsen membutuhkan waktu yang lama untuk mensintesis senyawa baru ini karena kombinasinya sudah jenuh dan semakin sedikit kombinasi-kombinasi yang akan dihasilkan. Sementara itu, ide pembentukan senyawa ini berasal dari alam, salah satunya dari tumbuhan. Menariknya, tumbuhan memiliki kandungan karbon, hidrogen, dan oksigen yang jauh lebih sederhana dibandingkan dengan metabolit. Spinosyn, misalnya, memiliki kandungan karbon sebanyak 87, sedangkan azadirachtin memiliki kandungan karbon hanya sebesar 35–40. Hal ini kemudian yang memicu semangat para ilmuwan untuk mencari senyawa bahan aktif dari tumbuhan serta mengkaji cara-cara yang dapat diterapkan untuk mendapatkan cara kerja baru. Selama ini efek racun yang sering digunakan di pestisida adalah racun saraf saja, sedangkan untuk mematikan hama, bisa dilakukan dari berbagai sisi. Hal ini masih dapat dilakukan dengan cara-cara yang lain.

Tahap pencarian senyawa dari tumbuhan itu sendiri dimulai dengan melakukan eksplorasi. Hal ini dapat dilakukan sendiri oleh petani binaan atau kelompok tani. Setelah melakukan eksplorasi tahapan-tahapan berikutnya merupakan bagian dari proses uji hayati atau *bioassay*. Jadi, ketika kita telah menemukan tanaman yang cukup potensial untuk

dijadikan bahan pembuatan pestisida nabati, tanaman tersebut bisa kita ekstrak. Terdapat berbagai macam proses ekstraksi dan proses ekstraksi ini menentukan apa yang akan diambil. Kalau yang digunakan adalah pelarut air maka yang akan terambil hanya apa yang terdapat dalam air tersebut. Jika pelarut yang digunakan adalah metanol maka hasil dari proses ini disebut sebagai metabolit. Singkat kata, bahan pelarut yang dipilih akan memengaruhi senyawa apa yang akan diambil. Jika pelarut yang digunakan adalah air maka kemungkinan besar klorofil juga akan larut dalam ekstraksi tersebut. Tidak mungkin senyawa-senyawa non-polar karena air bersifat polar.

Tahap berikutnya setelah ekstraksi adalah tahap fraksinasi. Fraksinasi ini biasanya dilakukan di laboratorium. Selanjutnya, tahap yang terakhir adalah isolasi. Isolasi ini kaitannya dengan penentuan senyawa. Tahapan ini dilakukan untuk keperluan ilmiah. Tahapan ini dilakukan untuk menjawab beberapa pertanyaan terkait senyawa apa yang bekerja serta bagaimana cara senyawa itu bekerja. Tujuan dari tahapan ini lebih untuk kepentingan praktis. Untuk menentukan senyawa apa yang paling aktif maka dapat dilakukan uji efikasi atau *bioassay*. Tujuannya untuk menentukan atau mengikat senyawa yang paling aktif untuk diimplementasikan.



Gambar 32. Pemanfaatan mimba (*Azadirachtin*)

Gambar di atas menunjukkan bagian-bagian dari pohon mimba yang cukup potensial untuk tumbuh besar. Pada *azadirachta indica* atau mimba, mulai dari bagian akar, ranting, daun, dan lain-lain mengandung senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Biji maupun daun mimba yang sudah terbukti efektif untuk dijadikan bahan aktif dapat diekstrak dan diaplikasikan sebagai pestisida nabati. Di sisi lain, meskipun akar tanaman mimba mengandung senyawa yang efektif untuk pestisida nabati, bagian tanaman ini tidak disarankan untuk diambil dari tanaman karena dapat menyebabkan tanaman rusak atau mati. Bagian-bagian tanaman yang diambil adalah bagian-bagian yang bersifat *renewable*.

Proses ekstraksi merupakan bagian penting dalam pembuatan pestisida nabati. Oleh karena itu, proses pengestrakan tanaman ini sangat perlu diperhatikan agar menghasilkan ekstrak tanaman yang efektif dan efisien. Para pengestrak harus memerhatikan proses

penarikan keluar dari senyawa-senyawa yang terkandung di dalam jaringan atau sel tumbuhan. Misalnya, proses pelarutan dengan cara ditumbuk dan direndam, tentunya akan menghasilkan ekstrak yang lebih bagus dibandingkan dengan hasil ekstraksi dari proses dicacah kasar lalu direndam. Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah proses pemisahan dari suatu bahan dari campuran yang dapat dilakukan dengan pelarut. Sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya, bahan aktif dari tanaman yang akan ikut larut adalah bahan-bahan yang bersifat sejenis dengan pelarutnya. Misalnya, jika pelarut yang digunakan merupakan pelarut polar maka yang bahan yang akan ikut terlarut hanya senyawa-senyawa yang bersifat polar saja. Oleh karena itu, penggunaan jenis pelarut perlu disesuaikan dengan jenis senyawa yang ingin diambil dari tanaman. Prinsip kelarutan seperti ini disebut sebagai prinsip *like and dislike*. Jadi, hanya yang polaritasnya sejenis saja yang akan larut.

Berikutnya terkait proses koleksi bahan tanaman, pembuat pestisida nabati perlu mempertimbangan beberapa hal seperti waktu koleksi, lokasi koleksi, bagian tumbuhan, dan penanganan bahan tumbuhan. Pengumpulan bahan tanaman yang dilakukan di musim hujan akan memberikan hasil yang berbeda dengan pengumpulan bahan tanaman yang dilakukan di musim kemarau. Hal yang membedakan antara kedua kondisi tersebut yakni kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman. Senyawa tumbuhan yang dibutuhkan untuk membuat pestisida nabati bukan protein atau karbohidrat, melainkan senyawa sekundernya.

Hal lainnya yang berpengaruh adalah terkait lokasi pengumpulan. Lokasi yang dimaksud di sini adalah tempat tanaman itu hidup, terutama terkait dengan tingkat kesuburan tanah. Selanjutnya, proses ekstraksi juga perlu memerhatikan bagian tumbuhan yang diambil,

misalnya proses ekstraksi dari daun tentunya akan berbeda dengan proses ekstraksi dari biji tanaman. Selain itu, penanganan tanaman ini juga penting, terutama ketika bahan tersebut akan dikeringkan. Misalnya, karena ingin cepat kering lalu tanaman dijemur di bawah sinar matahari langsung. Penanganan yang salah seperti ini akan mengurangi potensi bahan tersebut untuk dijadikan pestisida nabati karena terjadi degradasi senyawa. Oleh karena itu, proses pengeringan yang paling baik adalah dengan diangin-anginkan di ruangan dan dibiarkan sampai kadar airnya menurun di suhu ruang. Namun demikian, proses pengeringan ini juga harus dilakukan dalam pengawasan, misalnya daun perlu dibolak-balik agar tidak muncul jamur atau warnanya kehitam-hitaman karena rusak.

Ketika melakukan ekstraksi juga perlu diperhatikan terkait teknik ekstraksi yang dipilih, jenis pelarut yang digunakan, serta tambahan bahan lainnya yang diperlukan. Jika pelarut yang digunakan adalah pelarut air maka mungkin akan perlu ditambahkan sedikit sabun akar senyawa-senyawa yang larut dapat dimaksimalkan. Ini kadang juga perlu diterapkan. Penggunaan sabun ini nanti akan membantu agar senyawa-senyawa yang bersifat semi polar atau non-polar dapat ikut terekstraksi.

Selain dengan teknik perendaman atau maserasi, teknik ekstraksi lainnya yang bisa dilakukan adalah dengan teknik destilasi dengan menggunakan ekstraktor atau soklet, serta melalui penyaringan dengan gradien kepolaran pelarut. Tohir (2010) dalam penelitiannya terkait ekstraksi biji sirsak untuk menurunkan palatabilitas ulat grayak, menemukan bahwa pelarut yang baik untuk ekstraksi bahan nabati dari biji sirsak dengan menggunakan metanol. Penurunan makanan dari ulat grayak menunjukkan angka rata-rata sebesar 41,30%. Tentunya metanol ini bukan satu-satunya bahan pelarut yang bisa digunakan untuk teknik maserasi. Petani bisa juga melakukan maserasi dengan menggunakan air

ataupun etanol. Hal yang perlu diperhatikan adalah kesesuaian antara bahan yang akan dilarutkan dengan jenis pelarutnya karena nanti hasil yang diperoleh akan berbeda. Bahan pestisida nabati yang berupa biji-bijian juga dapat diekstraksi dengan teknik destilasi untuk menghasilkan minyak atsiri. Untuk proses ekstraksi di laboratorium bisa dengan menggunakan ekstraktor dan penyaringan dengan gradien kepolaran pelarut.

Pembahasan berikutnya adalah mengenai syarat pembuatan pestisida nabati. Syarat yang paling utama adalah sumber bahan baku tidak merusak lingkungan. Syarat yang berikutnya adalah efektif pada konsentrasi rendah. Konsentrasi bahan yang ideal adalah sekitar 10% per liter pelarut. Jika pelarut yang digunakan adalah pelarut air maka bisa digunakan kurang dari 10%. Sementara itu, untuk pelarut metanol, sebaiknya digunakan sebesar 5% saja. Jangan sampai konsentrasi bahan baku yang digunakan adalah sebesar 70% karena nanti akan mengganggu ketersediaan tanaman di alam.

Syarat lain yang harus dipenuhi adalah penggunaan bahan tersebut tidak akan menimbulkan efek buruk bagi organisme berguna. Para petani juga masyarakat pengguna pestisida nabati perlu mempertimbangkan risiko yang akan ditimbulkan dari pengaplikasian bahan tersebut. Selanjutnya, penggunaan bahan tersebut tidak akan menimbulkan efek fitotoksik pada tanaman. Dadang, Isnaeni, dan Ohsawa (2007) ada atau tidaknya efek fitotoksik pada bahan yang digunakan ini menjadi hal pertama yang harus diujikan. Uji fitotoksik ini bisa dilakukan dengan mengamati pengaruh sinar matahari terhadap tingkat efikasi dari ekstrak tanaman yang diaplikasikan. Tujuannya agar pengaplikasian campuran pestisida nabati ini tidak bersifat antagonis, melainkan dapat bersinergi

sehingga lebih efisien ketika diaplikasikan ke tanaman. Selanjutnya, syarat yang terakhir adalah bahan baku tumbuhan harus mudah didapatkan dan mudah dibudidayakan.

Meskipun memiliki beberapa kelebihan, penggunaan pestisida nabati juga dapat menimbulkan beberapa risiko. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 9. Risiko penggunaan pestisida nabati

Hal yang dapat terjadi	Penyebab
Kematian organisme berguna	Untuk beberapa senyawa yang bersifat kontak
Terjadinya resistensi	Dalam aplikasi menggunakan senyawa aktif atau fraksi dengan kandungan senyawa yang sedikit
Residu	Jika dalam aplikasi sangat berdekatan dengan saat panen (bau dan warna)
Fitotoksisitas	Jika penggunaan dengan konsentrasi tinggi atau perbandingan antar tanaman yang sangat banyak
Inefisien	Penggunaan pada konsentrasi tinggi sehingga membutuhkan bahan tanaman yang sangat banyak
Tidak efektif	Ekstraksi kurang tepat, konsentrasi kurang tepat, dan waktu aplikasi

Dengan memerhatikan uraian pada tabel di atas, dapat dipahami bahwa penggunaan pestisida nabati juga memerlukan kehati-hatian. Pengguna pestisida tersebut perlu mempersiapkan mitigasi jika risiko-risiko seperti di atas muncul. Selanjutnya, pestisida yang bersifat kontak kadang menimbulkan risiko kematian pada organisme lain yang sebenarnya berguna untuk tanaman. Kandungan racun kontak pada pestisida tersebut dapat mematikan predator atau parasitoid yang ada, baik yang terkena semprotan pestisida maupun yang merayap di permukaan tanaman yang sudah diaplikasikan pestisida. Risiko resistensi juga mungkin saja terjadi pada pengaplikasian pestisida nabati,

terutama pada pengaplikasian pestisida nabati yang bersifat terfraksinasi atau terisolasi. Namun demikian, penggunaan ekstrak kasar dapat meminimalisir risiko resistensi pada pengaplikasian pestisida nabati. Oleh karena itu, sangat dianjurkan untuk mencampurkan penggunaan pestisida nabati atau melakukan rotasi penggunaan pestisida nabati agar dapat meminimalisir risiko resistensi.

Kemunculan residu dari pestisida nabati pada produk pertanian mungkin tidak berbahaya, akan tetapi residu yang berupa bau dan warna tentunya akan mengganggu kualitas dari produk pertanian yang dihasilkan. Misalnya, penggunaan pestisida nabati pada tanaman bunga kol yang sudah mulai berbuah guna mengamankan produk tersebut dari serangan hama tanaman. Setelah disempatkan, ternyata pestisida tersebut meninggalkan residu pada produk tanaman tersebut berupa perubahan warna kembang kol dari putih kekuningan menjadi kehijau-hijauan. Hal ini mungkin tidak berbahaya, tapi tentunya memengaruhi kualitas akhir dari produk pertanian tersebut.

Risiko fitotoksik bisa dihindari dengan tidak menggunakan konsentrasi yang terlalu tinggi. Beberapa ekstrak *zingiberaceae* dapat menimbulkan efek fitotoksik jika digunakan dalam dosis yang terlalu tinggi. Pengujian penggunaan dosis yang ideal melalui proses *trial and error* dapat dilakukan guna meminimalisir munculnya risiko tersebut. Penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi sehingga terlalu banyak sumber tanaman yang digunakan akan menyebabkan pestisida nabati menjadi tidak efisien. Hal ini yang kemudian akan menyebabkan timbulnya efek fitotoksik pada tanaman. Selanjutnya, risiko ketidakefektifan pengaplikasian pestisida nabati bisa juga disebabkan dari kesalahan dalam proses ekstraksi. Misalnya, bahan baku yang seharusnya diekstraksi dengan metanol, tetapi malah diekstraksi dengan menggunakan pelarut

air sehingga senyawa-senyawa yang terkandung dalam tanaman kurang terlarut. Faktor lainnya adalah waktu pengaplikasian pestisida nabati yang kurang tepat. Misalnya, pestisida nabati diaplikasikan di pagi hari, sedangkan di siang hari tanaman terpapar sinar matahari yang menyebabkan terdegradasinya kandungan senyawa pada pestisida nabati yang telah diaplikasikan. Tentunya pengaplikasian pestisida tersebut menjadi kurang efektif. Piretrin, misalnya, sangat mudah terdegradasi oleh sinar UV sehingga akhirnya tidak efektif untuk diaplikasikan di pagi hari. Untuk jenis-jenis pestisida yang bersifat seperti itu sebaiknya diaplikasikan pada sore hari dengan ditambahkan sedikit perekat agar ketika turun hujan tidak terdegradasi juga.

Hal lainnya yang disarankan adalah untuk perendaman dengan menggunakan air, sebaiknya segera diaplikasikan setelah kurang lebih satu malam direndam. Jika hari ini bahan tanaman direndam maka sebaiknya keesokan harinya segera diaplikasikan karena jika tidak segera diaplikasikan akan menyebabkan timbulnya jamur pada rendaman. Penggunaan perbandingan yang tepat jika menggunakan beberapa jenis tanaman juga disarankan. Kesalahan penggunaan takaran dosis dapat menyebabkan efek fitotoksik. Pengaplikasian pestisida nabati sebaiknya juga mengacu pada hasil pengamatan agar pestisida tidak terlalu sering digunakan serta tidak boros dalam penggunaan serta harus sesuai dengan prinsip PHT.

Pengaplikasian pestisida nabati pada hama fase awal sangat disarankan karena akan memberikan hasil yang lebih baik. Setelah dilakukan pengamatan, misalnya, kemudian ditemukan ada telur dari serangga hama maka saat itu pestisida nabati bisa mulai diaplikasikan. Hal ini karena aplikasi terhadap hama-hama yang lebih awal akan lebih efisien dan lebih toksik. Setelah dilakukan pengaplikasian pada

tanaman, sebaiknya tidak melakukan penyiraman pada tanaman tersebut, khususnya pada pengaplikasian ekstrak mimba. Selanjutnya, menyatukan beberapa bahan tambahan akan lebih baik karena bahan-bahan tersebut akan bersinergis.

Pada saat mengaplikasikan pestisida nabati ke tanaman, sebaiknya petani atau pengaplikator menggunakan APD agar tetap aman. Ketika tanaman sudah siap panen atau sudah mulai berbunga, sebaiknya tidak diaplikasikan pestisida nabati guna menghindari risiko munculnya residu pada tanaman. Residu ini tidak berbahaya, tetapi sekali lagi, akan mengganggu kualitas dari produk tanaman tersebut. Pengaplikasian pada bunga dapat menyebabkan lebah atau binatang lain yang membantu proses penyerbukan tidak mau hinggap di bunga sehingga ini akan mengganggu pembentukan buah. Untuk bahan ekstraksi yang diambil dari biji-bijian, sangat disarankan untuk tidak menggunakan konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi karena dapat menyebabkan efek fitotoksik.

Dalam proses perendaman, dapat juga ditambahkan urin dari hewan peliharaan. Selain urin, air hangat juga dapat digunakan untuk proses perendaman, misalnya air yang dipanaskan dengan sinar matahari sehingga mencapai suhu hangat.

Formulasi Insektisida Botani, Pengembangannya

Eka Candra Lina - Ketua Science Techno Park, Universitas Andalas

Formulasi pestisida nabati atau pestisida botani dilakukan dengan cara mencampurkan beberapa bahan guna memenuhi harapan dari pengguna, dalam hal ini para petani yang akan memanfaatkan bahan-bahan tersebut. Di samping itu, ada beberapa tujuan yang dapat

dicapai dari formulasi pestisida botani ini. Tujuan yang pertama untuk mempermudah proses distribusi. Ketika bahan aktif, bahan tambahan serta bahan pembawa lainnya dikemas secara terpisah, tentunya ini akan menyulitkan dalam proses pendistribusian. Contoh lain adalah ketika bahan-bahan dari ekstrak sederhana harus didistribusikan secara terpisah maka akan sulit untuk didistribusikan. Masyarakat lebih terbiasa dengan hal-hal yang memudahkan dan praktis, misalnya dengan memformulasikan pestisida botani, lalu membuat takaran dengan menggunakan tutup botol dari pestisida tersebut, dan lain sebagainya. Jadi, memang formulasi ini akan mempermudah proses distribusi ke pengguna karena sudah dikemas dengan praktis.

Tujuan yang kedua untuk mempermudah aplikasi. Para petani tidak perlu lagi mencari bahan tanaman untuk membuat pestisida nabati, misalnya harus mencari ke bukit atau ke hutan, lalu harus mencari bahan tambahannya lagi ke tepi sungai. Setelah mendapatkan bahannya mereka harus melakukan proses ekstraksi. Tentu saja ini akan memakan waktu, terlebih jika dalam pengaplikasiannya terjadi kendala seperti penyumbatan pada *nozzle* karena proses penyaringannya kurang halus. Hal semacam ini akan sangat menyulitkan.

Tujuan yang ketiga untuk meningkatkan kinerja bahan aktif. Bahan aktif merupakan bahan utama dari sebuah formulasi pestisida. Jika bahan lainnya sudah bagus, tetapi ternyata bahan aktif yang digunakan kurang berkualitas maka pestisida yang terbentuk tidak akan bekerja sesuai harapan. Penggunaan bahan-bahan tambahan dengan dosis yang tepat akan meningkatkan kinerja dari bahan aktif tersebut. Formulasi pestisida nabati ini akan membantu pestisida tersebut agar terlindungi dari sinar UV, kemudian pada formulasinya juga ditambahkan Perata, pembasah, dan perekat agar lebih efisien ketika diaplikasikan.

Tujuan keempat dari formulasi ini untuk memudahkan dalam penyimpanan sehingga pestisida botani dapat digunakan dan disimpan dalam waktu yang lebih lama. Misalnya, pada proses pengaplikasian pestisida nabati ternyata tidak sampai menghabiskan satu tutup botol maka sisanya masih bisa disimpan kembali. Namun, jika bahan-bahannya diracik pada saat itu, tentu saja tidak bisa disimpan dalam waktu yang lebih lama karena harus segera diaplikasikan.

Tujuan yang terakhir untuk faktor keamanan. Bahan aktif yang terkandung dalam pestisida botani ini memiliki aktivitas, seperti mematikan, dapat menghambat penyaluran darah, dan lain-lain. Jadi, ketika terjadi kecelakaan, misalnya jika bahan aktif murni tertumpah di tangan maka itu sangat berbahaya karena kandungan konsentrasinya yang sangat tinggi. Dari uraian-uraian tersebut, tujuan yang paling utama dari formulasi pestisida botani ini adalah dari alasan kepraktisan.

Bahan-bahan penyusun formulasi ini terdiri atas bahan aktif, bahan pembawa, dan bahan tambahan. Bahan aktif ini menjadi bahan utama penentu keberhasilan formulasi pestisida nabati. Kinerja dari pestisida ditentukan oleh bahan aktif yang digunakan dalam formulasi. Selanjutnya, bahan pembawa dalam formulasi cair yang sering digunakan adalah EC atau *Emulsifier Concentrate*. Bahan pembawa ini biasanya terbuat dari pelarut-pelarut organik. Untuk formulasi kering, bahan pembawa yang biasa digunakan adalah tepung terbasahkan atau WP (*Wettable Powder*). Selanjutnya untuk formulasinya bisa menggunakan kaolin, tanah liat, atau tepung gaplek/singkong. Bahan-bahan ini disebut sebagai bahan pembawa yang berfungsi untuk membawa bahan aktif.

Bahan penyusun lainnya yang sangat diperlukan adalah bahan tambahan. Bahan tambahan inilah yang banyak sekali diperlukan. Konsentrasi dari bahan tambahan ini sedikit, tetapi banyak sekali diperlukan karena bahan tambahan ini akan menentukan kinerja bahan aktif dalam pestisida botani.

Bahan-bahan lainnya juga dapat dicampurkan pada formulasi pestisida botani untuk menyempurnakan pestisida tersebut. Salah satu bahan yang dapat ditambahkan pada campuran tersebut merupakan bahan perekat. Fungsi dari bahan perekat ini untuk membuat pestisida dapat menempel di daun ketika disemprotkan sehingga larutan pestisida botani tidak langsung jatuh ke tanah, seperti air yang menetes di daun talas. Dengan demikian, residu dari pestisida botani tersebut dapat menempel di daun.

Selanjutnya, ada yang disebut sebagai bahan anti busa. Bahan antibusa ini digunakan agar busa dalam formulasi pestisida nabati tidak terlalu banyak. Busa-busa ini umumnya berisi rongga udara yang kosong. Jika pestisida banyak mengandung busa, lalu ketika busa yang berisi udara ini banyak yang menempel di daun maka jumlah residu yang menempel di daun akan sedikit. Ketika daun ini dimakan oleh larva maka dia tidak akan terkena pestisida karena residu yang menempel di daun sedikit, bahkan tidak ada. Dengan demikian, aplikasi dari pestisida tersebut tidak akan efektif.

Bahan pembasah juga dapat ditambahkan dalam formulasi pestisida botani, khususnya untuk formulasi berbentuk kering. Fungsi dari bahan pembasah ini agar ketika pestisida botani dilarutkan ke dalam air, dia akan cepat terlarut sehingga dapat langsung diaplikasikan. Untuk formulasi terbasahkan dapat diaplikasikan ke tanaman setelah satu jam dilarutkan

dengan air. Jika formulasi tersebut dirasa masih kurang bagus maka bisa ditambahkan lagi bahan perata. Sesuai namanya, bahan ini ditambahkan ke dalam formulasi agar pestisida botani tersebut merata sehingga ketika diaplikasikan ke permukaan daun dia akan langsung melebar dan rata di daun. Seluruh permukaan daun akan tertutupi oleh pestisida tersebut dan tidak membentuk bulatan-bulatan sehingga seluruh bagian daun terpapar pestisida.

Bahan berikutnya yang dapat ditambahkan adalah bahan sinergis. Bahan sinergis ini merupakan bahan alami dari bahan tanaman yang bersifat sinergis. Ketika bahan ini ditambahkan dalam pestisida botani, kinerja bahan aktif yang terdapat dalam pestisida tersebut akan semakin tinggi. Penambahan bahan sinergis ini dapat menyebabkan reaksi positif hingga berkali-kali lipat. Tentu saja dosisnya harus tetap diperhatikan agar tidak berubah menjadi antagonis atau efek yang ditimbulkan tidak sesuai dengan harapan. Berikutnya adalah bahan pelindung, atau tabir surya. Fungsi bahan ini untuk melindungi pestisida botani agar tidak mudah terurai oleh sinar UV. Sebagaimana diketahui bersama, sinar UV ini tidak disukai dalam formulasi pestisida karena sinar UV dapat mendegradasi bahan aktif. Selain sinar UV, ada juga mikroorganisme yang dapat mendegradasi bahan aktif.

Bahan pengemulsi dapat juga ditambahkan apabila bahan aktif yang terdapat dalam formulasi merupakan bahan aktif yang bersifat non-polar. Bahan aktif non-polar ini memiliki bentuk seperti minyak sehingga tidak dapat bercampur dengan air. Oleh karena itu, bahan pengemulsi ditambahkan agar kedua elemen tersebut dapat tercampur dan dapat dengan mudah diaplikasikan ke tanaman.

Pada kuesioner yang dibagikan kepada petani organik dan petani lele simpul terkait apa yang mereka inginkan dari pengaplikasian pestisida botani, mayoritas responden menjawab bahwa mereka menginginkan bahan yang aktif yang praktis diaplikasikan. Mayoritas responden enggan menggunakan pestisida yang proses pengaplikasiannya rumit. Mereka menginginkan pestisida yang sederhana dengan menggunakan pelarut air. Pengembangan formulasi sederhana ini memiliki beberapa keuntungan. Selain dapat digunakan untuk pencegahan atau preventif, formulasi sederhana ini memiliki dampak psikologis yang positif pada petani. Aspek psikologis itu misalnya petani merasa aman ketika tanamannya sudah disemprot meski hama yang muncul pada saat penyemprotan tersebut masih sedikit jumlahnya. Para petani akan merasa tenang ketika sudah melakukan penyemprotan pada tanaman, sedangkan pestisida yang memungkinkan digunakan dalam tahapan pencegahan ini adalah pestisida botani dengan formulasi sederhana.

Selain formulasi sederhana, pengembangan formulasi insektisida botani yang lainnya adalah formulasi ekstrak atau minyak. Pada pengembangan ini, bahan aktif yang digunakan adalah bahan aktif ekstrak atau minyak. Sejauh ini pengembangan formulasi yang dilakukan di laboratorium adalah formulasi EC dan WP untuk membuat nanoemulsi. Jadi, partikel-partikel pada formulasi tersebut dibuat dengan ukuran yang lebih kecil. Dengan ukuran partikel yang lebih kecil ini, diharapkan akan mendatangkan keuntungan yang lebih banyak.

Untuk mendapatkan sumber bahan aktif, para formulator bisa melakukan ekstraksi dan juga fraksinasi. Tahapan ini dilakukan ketika formulator tidak lagi membuat formulasi sederhana, tetapi formulasi yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan pasar. Proses pembuatannya dimulai dengan serbuk kering tanaman yang kemudian dimaserasi

lalu disaring. Setelah disaring, pelarut kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator*. Pelarut dan teknik yang digunakan pada tahap ini disesuaikan. Setelah proses evaporasi selesai, baru didapat ekstrak tanaman yang diharapkan. Proses selanjutnya adalah proses formulasi dan uji kestabilan serta pencirian komponen aktif. Dari proses formulasi ini dapat diperoleh dua jenis bahan yakni EC atau WP. Pada tahap ini dapat dilakukan uji toksisitas dan uji *antifeedant*.



Gambar 33. Sumber bahan aktif dengan destilasi

Tanaman yang nampak pada gambar di atas adalah *Piper aduncum* atau sirih hutan. Tanaman *Piper aduncum* ini dapat menghasilkan ekstrak berupa minyak apabila proses pengambilan bahan aktifnya dilakukan dengan cara destilasi. Minyak yang diperoleh dari proses destilasi ini bersifat lebih aktif dibandingkan ekstraknya. Proses formulasi ini bisa dilakukan dengan menggandeng para petani atsiri karena mereka memiliki alat suling destilasi yang biasa digunakan untuk destilasi minyak sereh wangi atau nilam. Ketika alat suling ini sedang tidak digunakan, para petani tersebut bisa diajak kerja sama untuk destilasi minyak dari serai hutan yang selanjutnya bisa digunakan untuk sumber bahan aktif dari formulasi pestisida botani. Minyak yang diperoleh ini

kemudian dimurnikan lagi. Setelah dimurnikan ternyata aktivitasnya lebih baik dibandingkan ekstrak. Pada proses ekstraksinya, sirih hutan ini menggunakan etil asetat.



Gambar 34. Sumber bahan aktif dengan ekstraksi sederhana

Gambar di atas menunjukkan proses pengambilan bahan aktif dengan ekstraksi sederhana. Kedua tanaman yang diekstraksi di sini adalah *Piper aduncum* dan *Tephrosia vogelii*. *Tephrosia vogelii* atau kacang babi yang bagus digunakan untuk bahan aktif pembuatan pestisida botani adalah bunga kacang babi yang berwarna ungu. Warna bunga memengaruhi hasil ekstraksi. Kacang babi berwarna ungu ini menghasilkan ekstraksi yang lebih baik dari kacang babi berwarna putih karena kandungan ekstrak bunga berwarna putih ini jauh lebih rendah dari bunga berwarna ungu. Untuk proses formulasi sederhana pestisida botani, dapat dilakukan dengan menumbuk atau menggerus bahan tanaman. Bisa juga dilakukan dengan cara diblender, kemudian disaring dan ditambahkan air serta pengemulsi. Pengemulsi yang ditambahkan ini bisa berupa detergen atau sabun cuci dengan takaran 1–2%. Ini bisa digunakan juga untuk pengendalian hama.

Formulasi ekstrak atau minyak yang sering digunakan adalah EC (*emulsifiable concentrate*) dan WP (*wettable powder*). Kedua formulasi ini merupakan formulasi yang paling banyak ditemukan di lapangan. Formulasi EC dibuat dari pencampuran bahan aktif, ditambah bahan pelarut, dan ditambah surfaktan. Di lain pihak, formulasi WP dibuat dari pencampuran bahan aktif, ditambah bahan pembawa, lalu ditambahkan surfaktan.

Cara membuat formulasi EC ini dengan menggunakan ekstrak sebanyak 5 gram dan ditambahkan dengan metanol sebanyak 17,5 mL. setelah itu, bahan tersebut di vorteks dan ditambahkan Tween 80 sebanyak 2,5 mL lalu dilanjutkan dengan di vorteks lagi. Tahapan selanjutnya dengan menggunakan dekantasi, lalu dibiarkan dan diaduk lagi. Setelah itu, formulasi 20 EC akan terbentuk sebanyak 25 mL karena bahan aktif yang digunakan adalah sebanyak 20%. Proses formulasi ini sebenarnya cukup sederhana jika ekstrak sudah tersedia. Untuk pengaplikasiannya di lapangan, petani hanya perlu menambahkan air setelah itu bisa langsung disemprotkan tanpa perlu khawatir bahwa *nozzle* akan tersumbat, kecuali jika bahan aktif tidak dilarutkan dengan sempurna sehingga menyebabkan munculnya gumpalan-gumpalan kecil.

Untuk formulasi WP atau tepung terbasahkan dengan partikel mikro, bahan yang digunakan adalah ekstrak sebanyak 2,5 gram, bisa dari ekstrak kacang babi atau bahan lainnya, dan ditambahkan dengan aseton sebanyak 250 mL. Campuran kedua bahan ini kemudian diaduk dan ditambahkan lagi dengan pengemulsi, misalnya *agristick* sebanyak 5 mL, lalu diaduk lagi. Selanjutnya, tambahkan lagi Kaolin sebanyak 17,5 gram dan bahan-bahan tersebut, kemudian diaduk lagi hingga tercampur rata. Langkah selanjutnya, kandungan aseton yang terdapat

pada larutan tersebut, kemudian dievaporasi dengan menggunakan *rotary evaporator* untuk mendapatkan hasil akhir berupa serbuk kering. Ketika serbuk kering ini terbentuk, bahan aktif dari tumbuhan sudah menempel pada bahan pembawa, yakni Kaolin. Dengan demikian, terbentuklah formulasi 10 WP seberat 25 gram. Pembuatan formulasi 10 WP ini relatif mudah.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah perbedaan kualitas dari bahan tanaman yang digunakan. Terdapat perbedaan kualitas antara bahan yang dipanen di musim kemarau dengan bahan yang dipanen di musim hujan. Begitu juga terkait lokasi tanaman, ada perbedaan antara tanaman yang ditanam di pinggir sungai dengan tanaman yang tumbuh di bukit. Berdasarkan pengamatan di padang, sirih hutan yang paling bagus untuk dijadikan bahan pembuatan pestisida botani adalah sirih hutan yang tumbuh di Bukit Lampu, kecamatan Bungus, Padang. Bukit ini terletak di tepi pantai dan di sana terdapat banyak sekali cadas-cadas serta tanahnya berkapur. Aktivitas dari sirih hutan yang diambil di daerah ini relatif tinggi.

Setelah formulasi terbentuk, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Beberapa pengujian yang harus dilakukan antara lain adalah uji stabilitas emulsi. Tujuan dari pengujian ini untuk mengukur kestabilan dari formulasi yang terbentuk. Hal lainnya yang perlu diperiksa adalah ada atau tidaknya lapisan atau endapan pada formulasi yang telah terbentuk. Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar sifat. Pengujian ini tentunya dilakukan dalam skala riset di laboratorium. Langkah-langkah pada proses emulsifikasi awal pada EC, antara lain:

- Isi labu takar 5 mL dengan 4,75 mL H₂O
- Tambahkan 0,25 mL contoh formulasi EC ekstrak

- Balikkan labu takar tersebut satu kali dan balikkan kembali ke posisi semula dalam 2 detik
- Amati setelah 30 detik apakah campuran kembali membentuk emulsi sempurna



Gambar 35. Proses uji kestabilan formulasi

Selanjutnya, pengujian yang dilakukan pada WP adalah uji pembasahan. Tujuannya untuk menguji pada menit beberapa formulasi tersebut dapat terbasahkan secara sempurna. Langkah-langkah yang dilakukan pada uji pembasahan ini antara lain dengan cara:

- Sebarkan 0,2 gram contoh formulasi WP pada 10 mL aquades dalam gelas piala
- Catat waktu yang dibutuhkan bahan untuk terbasahi seluruhnya di dalam air

Pembuatan Pestisida Nanoemulsi

Nanoemulsi merupakan sistem partikel koloid dalam kisaran ukuran *submicron* dan bertindak sebagai pembawa molekul obat dengan ukuran yang bervariasi dari 10 hingga 1.000 nm (Jaiswal, Dudhe, dan Sharma 2015). Sejauh ini, pengembangan formulasi pestisida botani dalam bentuk partikel nano sudah dilakukan dengan mendapatkan ukuran

partikel di bawah 250 mikron. Keuntungan pembuatan nanoemulsi ini adalah formulator dapat menghemat bahan baku karena bahan baku yang dibutuhkan untuk pembuatan nanoemulsi ini jauh lebih sedikit. Pada proses ekstraksi sederhana, kebutuhan operasinya sangat tinggi. Selanjutnya pada saat sudah melalui proses ekstraksi dengan organik dan diformulasi, kebutuhan bahan baku juga mengalami penurunan. Dengan demikian, kebutuhan bahan baku dapat lebih direduksi.

Kelebihan lain dari nanoemulsi juga terletak pada lama waktu penyimpanan. Ini sama dengan formulasi EC/WP pada pembahasan sebelumnya, yakni dapat disimpan lebih lama. Kelebihan yang kedua adalah tingkat kestabilannya yang tinggi karena tidak ada endapan bahan organik. Kelebihannya yang terakhir adalah tingkat kehilangan partikel ketika terpapar sinar matahari jauh lebih rendah.

Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat nanoemulsi adalah ekstrak piper aduncum atau sirih hutan dan etanol 96% yang digunakan pada fase organik, serta *hydrosol* atau *aquadest* serta surfaktan atau Tween 80 yang digunakan pada fase air.

Tujuan dari dikembangkannya nanoemulsi ini untuk menghadirkan kepraktisan pengaplikasian pestisida botani seperti yang diinginkan oleh para petani, kepraktisan dalam menggunakan bahan-bahan yang relatif ramah lingkungan untuk petani yang ada di seluruh Indonesia. Oleh karena itu, diformulasikanlah pestisida-pestisida yang bahan bakunya bisa diperoleh dengan memanfaatkan hal-hal yang sudah ada di masyarakat. Contohnya adalah penggunaan *hydrosol* pada fase cair pembuatan nanoemulsi. *Hydrosol* ini merupakan limbah suling dari sereh wangi. Biasanya *hydrosol* ini hanya dibuang saja oleh petani, atau

digunakan untuk menyiram kendang supaya tidak terlalu banyak lalat. Limbah ini memiliki kandungan yang dapat dijadikan sebagai bahan aktif pembuatan pestisida alami.

Langkah pertama yang dapat dilakukan untuk membuat nanoemulsi ini adalah dengan menghomogenkan fase air dan fase organik. Langkah ini relatif mudah untuk dilakukan karena bisa dilakukan dengan menggunakan alat sederhana yang ada di laboratorium. Alat yang digunakan adalah *hot plate magnetic stirrer* dengan kecepatan 2500 rpm. Perbandingan yang digunakan dalam fase air ini adalah *hydrosol* sebanyak 87% dan Tween 80 sebanyak 3%. Jadi, perbandingan yang digunakan untuk fase organik dan fase cair adalah 1:9. Fase air ini kemudian akan dihomogenkan terlebih dahulu selama tiga puluh menit.

Langkah yang berikutnya adalah dengan membuat fase organik di wadah lain. Perbandingan yang digunakan pada fase ini adalah 1:1, yakni dengan menggunakan 5% *P. aduncum* dan 5% etanol. Kedua bahan tersebut dihomogenkan terlebih dahulu dengan cara dilarutkan satu banding satu. Langkah yang terakhir adalah dengan melakukan penetesan fase organik secara perlahan ke fase air.

Setelah selesai 30 menit pertama maka kemudian dapat dilakukan proses penetesan fase organik ke dalam fase air dengan pipet. Selanjutnya, campuran tersebut diaduk dan dilanjutkan dengan proses homogenisasi selama 45 menit. Dari sini nanti akan terbentuk nano emulsifier dengan menggunakan metode emulsifikasi spontan.

Adapun cara lain pembuatan nano emulsifier ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat *ultrasonic* atau dengan menggunakan alat pencacah dengan kecepatan tinggi. Setelah nanoemulsi ini terbentuk, pestisida ini dapat langsung digunakan untuk mengendalikan hama di

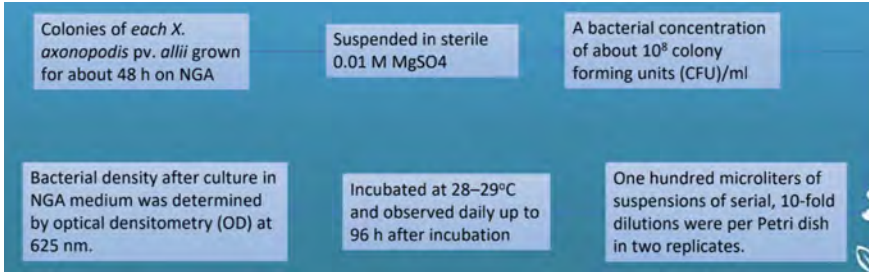
lapangan. Kelebihan dari nanoemulsi ini yakni dapat memanfaatkan limbah *hydrosol* dari petani sereh wangi. Namun demikian, proses nano emulsifier ini juga memiliki kendala, yakni pada proses standardisasi. Hal ini juga tentunya perlu diantisipasi dengan baik.

Selanjutnya, penyiapan insektisida botani ditingkat petani dapat dilakukan dengan cara menumbuk atau menggiling bahan tumbuhan, kemudian ditambahkan air serta detergen sebanyak 1 gram per liter air. Selain itu, bisa juga dengan menumbuk atau menggiling bahan tumbuhan, kemudian dilarutkan dengan metanol atau etanol sebanyak kurang lebih 1%, lalu ditambahkan air dan surfaktan sebanyak 0,1–0,5%. Selanjutnya, formulasi tersebut dapat diaplikasikan pada tanaman untuk mengendalikan hama. Formulasi-formulasi tersebut tentunya harus melewati pengujian-pengujian. Pengujian-pengujian tersebut dilakukan terhadap beberapa hewan uji seperti yang terlihat pada gambar berikut ini!



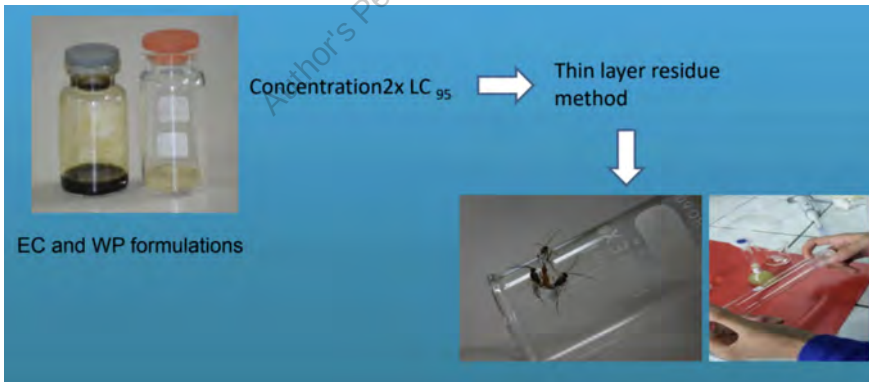
Gambar 36. Uji toksisitas terhadap hewan uji

Gambar di atas menunjukkan pengujian formulasi pada berbagai macam serangga, seperti serangga polifag ataupun serangga belikova. Selain itu, uji toksisitas juga dilakukan terhadap nematoda *Meloidogyne*.



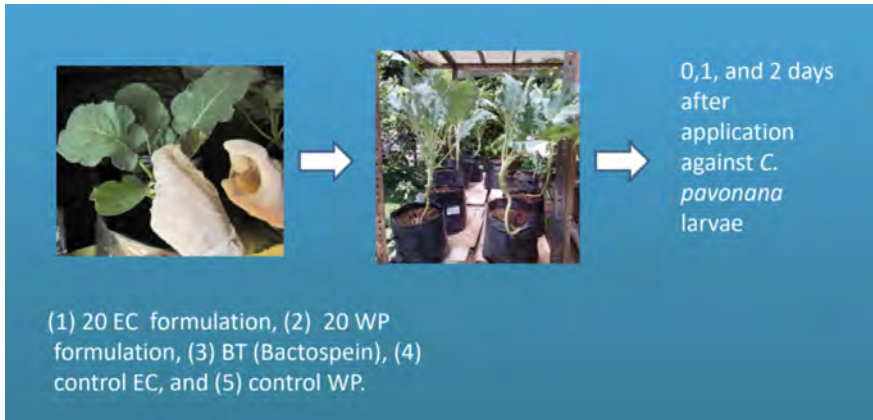
Gambar 37. Uji toksisitas terhadap mikroorganisme uji

Siklus pada gambar di atas merupakan siklus pengujian toksisitas terhadap mikroorganisme. Mikroorganisme yang diujikan dengan nano emulsifier ini adalah *Xanthomonas axonopodis* pv. *Allii*. Selain itu, dilakukan juga pengujian terhadap *Sclerotium rolfsii*.



Gambar 38. Uji keamanan terhadap musuh alami

Uji keamanan seperti gambar di atas perlu dilakukan sebelum formulasi tersebut digunakan secara luas di lapangan. Metode uji keamanan ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode residu lapisan tipis seperti yang terlihat pada gambar di atas.



Gambar 39. Uji formulasi persistensi

Uji persistensi ini dilakukan untuk mengetahui efek yang ditimbulkan setelah pengaplikasian. Pada pengujian ini akan diketahui berapa lama formulasi yang dihasilkan dapat bersifat persisten di tanaman.



Gambar 40. Uji fitotoksik

Tujuan dari uji fitotoksik seperti pada gambar 40 ini untuk mencari tahu apakah ada kandungan zat dalam pestisida botani yang bersifat toksik atau racun. Jika ternyata formulasi yang diaplikasikan di daun menimbulkan efek fitotoksis, misalnya timbul bercak-bercak merah di daun maka formulasi tersebut tidak dapat diedarkan.



Gambar 41. Uji efikasi

Pengujian formulasi yang terakhir adalah uji efikasi di lapangan. Uji efikasi ini dapat dilakukan pada tahapan persiapan lahan tanam, pada saat pembibitan hingga bibit siap ditanam.

Proses pengembangan pestisida botani ini untuk masuk ke area bisnis ini cukup panjang. Selain dana, kendala yang biasanya dihadapi adalah ketersediaan bahan baku. Kendala ini tentunya perlu diantisipasi. Kendala lainnya yang dihadapi adalah tahapan standardisasi dan sertifikasi. Proses standardisasi ini memerlukan penyatuan dari beberapa kajian pada bidang-bidang tertentu. Kendala berikutnya yang mungkin dihadapi adalah pada tahapan regulasi dan perizinan.

Testimoni Penggunaan Pestisida Nabati

Bapak Anden, Kelompok Tani Sri Rahayu, Cibirusah, Bekasi.

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan alam yang melimpah. Ada banyak sekali ragam tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati. Pembuatan pestisida nabati ini relatif mudah dan dapat dilakukan oleh seluruh petani yang ada di Indonesia karena bahan bakunya tidak sulit untuk ditemukan. Hal yang perlu dilakukan petani adalah mempelajari jenis tanaman dan kandungan senyawa yang ada di dalamnya, kemudian mencocokkannya dengan sasaran hama OTP yang ingin dikendalikan.

Bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan pestisida nabati di kelompok tani Sri Rahayu adalah daun suren, daun pucung atau disebut juga daun kluwek dalam Bahasa Sunda, dan akar tuba. Semua bahan tersebut diformulasikan secara sederhana dengan peralatan seadanya. Takaran yang biasa digunakan dalam formulasi pestisida ini biasanya adalah 2 kg daun suren, 2 kg daun pucung, 2 kg akar tuba, dan 25 liter air. Langkah-langkah pembuatannya dapat dimulai dengan menumbuk ketiga jenis bahan-bahan yang masih segar tersebut. Setelah bahan tersebut halus, perendaman dilakukan dengan menggunakan air sebanyak 25 liter. Campuran bahan-bahan tersebut, kemudian disimpan di wadah tertutup dan difermentasi selama kurang lebih satu bulan.

Pengaplikasian pestisida nabati ini bisa menggunakan takaran 2 gelas larutan ekstrak atau sekitar 400 mL, dicampurkan dengan air ukuran 1 tangki semprot. Untuk satu hektare lahan biasanya penggunaan 300 mL pestisida nabati sudah mencukupi. Untuk penyemprotan pestisida ini sebaiknya dilakukan ketika serangan WBC sudah mulai

terdeteksi, jadi tidak perlu dilakukan secara terus-menerus. Pestisida ini sifatnya bukan sebagai obat kontak atau racun kontak. Oleh karena itu, pengapplikasiannya ditujukan untuk pencegahan serangan hama, bukan untuk pengendalian atau pengobatan. Pengapplikasian pestisida nabati dari campuran ekstrak daun suren, daun pucung, dan akar tuba ini sebaiknya dilakukan di awal sebelum terjadi serangan atau ketika ditemukan ada 1–2 rumpun serangan dari hama wereng.

Penggunaan formulasi pestisida ini dimulai sejak mewabahnya hama wereng batang coklat atau WBC di daerah Cibusah. Menurut pengamatan ahli dari BBPOPT, hama WBC ini merupakan hama endemik di wilayah Cibusah yang merupakan daerah perbukitan. Hama WBC ini merupakan hama yang berbahaya bagi petani karena dapat mengakibatkan gagal panen. Banyak sekali petani yang merasa lelah dan frustrasi karena sulitnya mengendalikan serangan wabah WBC di Cibusah. Akhirnya, para petani berkunjung ke BBPOPT setempat dan berdiskusi dengan para petugas mengenai cara penanggulangan hama wereng ini dengan baik. Dari diskusi ini kemudian para petani dan petugas BBPOPT sepakat untuk mencoba menggunakan pestisida nabati untuk penanganan hama ini. Bahan-bahan yang digunakan merupakan bahan-bahan yang ada di sekitar.

Setelah selesai diskusi, para petani kemudian mencari bahan-bahan alami yang dibutuhkan hingga pada akhirnya ditemukan pohon suren di wilayah Bogor. Singkat cerita, para petani kemudian mulai memformulasikan pestisida nabati dengan menggunakan daun suren ini. Jadi, daun suren, daun pucung, dan akar tuba dicampurkan menjadi satu dengan air.

Saat itu, pembuatan pestisida nabati yang pertama ini dilakukan untuk menghadapi musim tanam pertama. Hasil fermentasi dari bahan-bahan alami ini, kemudian diaplikasikan ke lahan pertanian. Setelah diaplikasikan, ternyata hasil yang diperoleh sesuai dengan harapan. Pestisida nabati dari campuran daun suren, daun pucung, dan akar tuba ini efektif mengendalikan serangan hama WBC. Dengan ini petani langsung merasa lega karena kekhawatiran mereka terhadap hama WBC dapat diatasi dengan baik.

Namun demikian, ternyata pada musim tanam kedua, serangan hama WPC ini datang lagi hingga menyebabkan *overburn*. Hampir 80% lahan pertanian terbakar atau terdampak serangan WBC. Berdasarkan informasi dari petugas BBPOPT di lapangan, ketika hama wereng ini sudah mulai menyerang lahan pertanian, dampak serangannya akan terjadi dalam kurun waktu yang sangat cepat, hanya dalam hitungan hari, bukan minggu ataupun bulan. Jika sudah ditemukan sebanyak lebih dari 50 populasi per rumpun, atau lebih dari 100 populasi per rumpun, hama wereng ini membutuhkan penanganan yang lebih serius karena akan sangat sulit untuk dikendalikan.

Memang sudah ada cukup banyak pestisida sintetik yang diedarkan di pasaran, hanya saja harga yang ditawarkan relatif mahal. Hal ini tentunya menyulitkan petani karena biaya produksi pertanian juga harus ditekan. Berangkat dari hal tersebut, pestisida nabati disiapkan untuk membantu petani menekan biaya produksi. Pestisida yang dibuat oleh petani di kelompok tani Sri Rahayu ini merupakan pestisida fermentasi atau yang telah tersimpan berbulan-bulan.

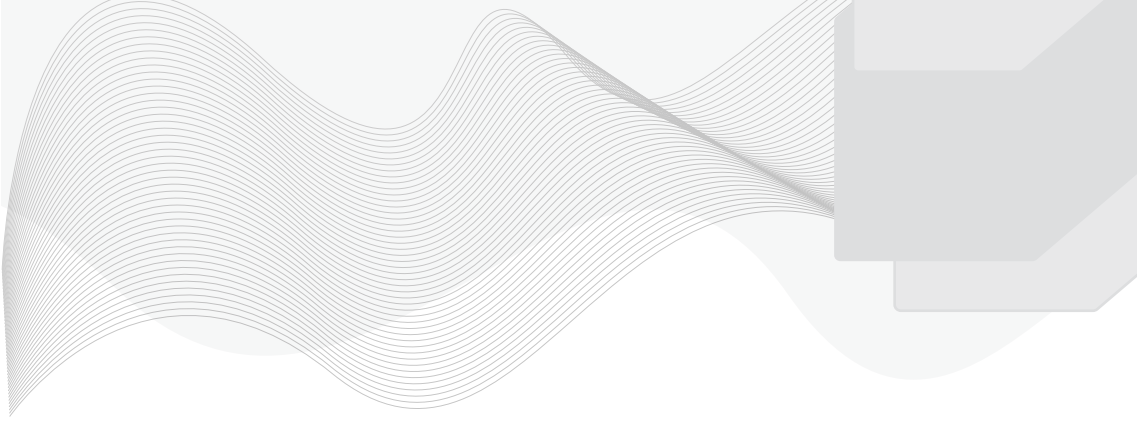
Pada musim kedua ini, serangan WBC dimulai ketika padi berumur 65 hari setelah tanam. Selanjutnya ditemukan di lapangan, terdapat serangan seluas 75–80% dari keseluruhan lahan pertanian di daerah kelompok tani Sri Rahayu ini ketika padi berumur 80–85 hari. Tanaman padi pada lahan pertanian tersebut terdampak serangan WBC hingga *overburn*. Pada musim ini akhirnya pestisida nabati disemprotkan ke tanaman padi dan meskipun pestisida ini tidak memiliki efek letak akut, tidak langsung membunuh, tetapi perlahan hama wereng tersebut tidak mau hinggap di batang padi. Pada lahan sebelahnya yang tidak diaplikasikan pestisida nabati, terjadi kerusakan akibat serangan hama wereng hingga 40%. Sebagai imbasnya, padi harus segera dipanen ketika baru berumur 75–80 hari sehingga padi belum matang secara sempurna. Meskipun berhasil dipanen tentu kualitas padi yang belum matang sempurna ini akan berbeda dengan padi yang memang siap panen sesuai umurnya. Di sisi lain, padi yang mendapat perlakuan pestisida nabati dapat matang dengan sempurna dan dipanen sesuai dengan umur panennya. Pestisida nabati diaplikasikan sebanyak dua kali sebelum memasuki masa panen.

Belajar dari serangan WBC tersebut, pestisida nabati ini selalu disiapkan untuk setiap musim tanam dengan tujuan mengantisipasi serangan hama WBC. Jadi, secara pribadi pestisida nabati dari ekstrak daun suren, daun pucung, dan akar toba ini telah digunakan selama kurang lebih 6 tahun.

Pada awalnya, tidak banyak petani di kelompok petani Sri Rahayu mengaplikasikan pestisida nabati ini untuk pengendalian hama wereng. Mereka memiliki banyak kekhawatiran karena hama wereng ini memang sangat sulit dikendalikan meskipun sudah mengaplikasikan pestisida sintetik. Sampai pada akhirnya mereka menyaksikan sendiri keefektifan

dan keefisienan penggunaan pestisida nabati ini untuk penanganan hama wereng. Hingga pada akhirnya banyak petani yang mau belajar membuat pestisida nabati dan mengaplikasikan pestisida tersebut di lahan pertanian mereka. Sampai sekarang masih banyak petani yang tertarik untuk mempelajari cara pembuatan pestisida nabati tersebut. Saat ini bukan hanya pestisida nabati saja yang dikembangkan, para petani juga mulai mengembangkan nutrisi buah alami atau ZPT (Zat Pengatur Tumbuh).

Semua kegiatan pengembangan ini dilakukan dengan bimbingan para ahli, petugas POPT yang ada di DPP Cibarusah. Para petani tentunya sangat berterima kasih atas bantuan para petugas ahli tersebut yang sudah sangat aktif menginformasikan tentang penggunaan pestisida nabati dan nutrisi organik untuk tanaman pangan.



BAB 4. Pengendalian OPT Ramah Lingkungan melalui Pengembangan Pestisida Biologi

Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis
dan Sosialisasi ProPaktani
(15 Juli 2021)

Keynote Speech Direktur Jenderal Tanaman
Pangan

Suwandi - Dirjen Tanaman Pangan

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan telah menargetkan produksi padi sebesar 56,5 juta ton GKG (Gabah Kering Giling), produksi jagung sebanyak 23 juta ton pipilan kering, dan kedelai sebanyak 0,29 juta ton pada rentan masa produksi tahun 2021. Untuk mencapai target produksi, perlu pengawalan dan pengamanan terhadap faktor yang berpengaruh terhadap pencapaian target, salah satunya adalah dari serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Dalam mengendalikan serangan OPT,

petani masih mengandalkan pestisida kimia dengan penggunaan yang belum sesuai dengan dosis yang tertera dalam kemasan pestisida kimia. Solusi yang diambil oleh petani juga belum bisa menyelesaikan masalah. Artinya serangan OPT setiap musim tanam masih mengancam, tentunya dengan tingkat serangan yang bervariasi. Oleh karena itu, dorongan untuk menemukan teknologi dengan segala inovasinya harus terus dikembangkan agar didapat teknologi pengendalian yang tepat guna.

Teknologi pengendalian tepat guna sangat dituntut dalam upaya mengamankan produksi dari serangan OPT. Kerusakan tanaman oleh serangan OPT dapat mengakibatkan kehilangan hasil panen, bahkan bisa mengakibatkan gagal panen (puso). Sampai saat ini petani umumnya masih mengedepankan hal yang praktis, salah satunya dengan pengaplikasian pestisida kimia. Namun yang perlu diperhatikan bersama adalah bahwa penggunaan pestisida yang tidak bijaksana dapat merusak kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, pengendalian OPT harus dilakukan dengan tetap memerhatikan ekologi untuk cepat mengembalikan keseimbangan agroekosistem.

Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk menjaga agroekosistem ini adalah dengan membuat inovasi teknologi pengendalian tanaman pangan berbasis ramah lingkungan. Inovasi teknologi ini diharapkan mampu menjawab permasalahan yang selama ini ada di lapangan guna mewujudkan pertanian berkelanjutan. Inovasi pengendalian OPT berbasis ramah lingkungan perlu kepekaan, kreativitas, dan kepedulian setiap insan perlindungan. Semakin tinggi kepekaan seseorang maka akan semakin kreatif pula kemampuannya untuk berinovasi. Inovasi teknologi pengendalian dengan tetap memerhatikan lingkungan merupakan solusi yang tepat dalam mengurangi dampak penggunaan pestisida kimia.

Komitmen Kementerian Pertanian dalam mengurangi dampak penggunaan pestisida kimia dikeluarkan dalam bentuk Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) dan program-program Kementan, salah satunya melalui Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Ditjen Tanaman Pangan, antara lain:

- Pertama, Sekolah Lapang Pengelolaan Hama Terpadu (SLPHT). Program SLPHT merupakan salah satu program nasional yang memberikan banyak manfaat bagi perubahan pola pikir petani untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia. Pembelajaran yang langsung diterapkan di lapangan akan sangat membantu petani untuk dapat menerima dan memahami teknologi budi daya dan pengendalian OPT secara cepat, tentunya dengan cara memanfaatkan pestisida nabati atau agens pengendali hayati yang ramah lingkungan.
- Kedua, Penerapan Pengelolaan Hama Terpadu (PPHT). Program ini dilaksanakan di seluruh provinsi di Indonesia. Pada program PPHT, kelompok tani diberikan bantuan sarana untuk melakukan perbanyakan agens pengendali hayati. Pada program PPHT, petani langsung melakukan aksinya di lapangan dengan didampingi petugas.
- Ketiga, Pemberdayaan Petani Pemasarakatan PHT (P4). Pada program P4 petani/kelompok tani diberi Bantuan Pemerintah berupa transfer uang senilai Rp25.000.000,- untuk dibelanjakan alat dan bahan perbanyakan agens pengendali hayati atau pestisida nabati. Melalui program P4, pembelajaran petani terhadap penggunaan bahan pengendali alami spesifik lokasi, serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memperbanyak,

mengembangkan dan mengaplikasikan agens pengendali hayati, pestisida nabati, musuh alami, tanaman refugia di wilayahnya sesuai dengan kondisi serangan OPT.

Melalui program P4, petani mampu mandiri, baik dalam berbudidaya maupun dalam pengendalian OPT. Dalam berbudidaya secara mandiri, petani tidak tergantung pada pupuk anorganik. Petani mampu membuat pupuk organik dengan memanfaatkan kearifan lokal dan spesifik lokasi. Terkait pengendalian OPT, petani mampu eksplorasi, memperbanyak, dan mengaplikasikan agens pengendali hayati sesuai spesifik lokasi.

- Keempat, Bimbingan Teknik (Bimtek). Kegiatan Bimtek dilakukan secara rutin oleh petugas POPT ke kelompok tani dalam mengedukasi cara pengendalian OPT yang ramah lingkungan dan cara 6 tepat penggunaan pestisida kimia (tepat jenis, sasaran, cara, dosis, waktu, dan mutu).
- Kelima, Pengujian Kandungan Residu Pestisida, Cemaran Logam Berat dan Aflatoksin. Hasil uji disampaikan ke Dinas Pertanian untuk dijadikan bahan pembinaan bagi petani di wilayahnya.

Kebutuhan pangan yang terus berkembang, termasuk di dalamnya upaya peningkatan produktivitas tanaman pangan dengan pengendalian OPT berbasis ramah lingkungan, sangat sesuai dengan pedoman *Good Agricultural Practices* (GAP), *Good Handling Practices* (GHP), *Good Manufacturing Practices* (GMP), dan *Good Corporate Governance* (GCG) yang dapat meningkatkan nilai tambah produk sehingga dapat mendorong kesejahteraan masyarakat serta ramah lingkungan.

Berdasarkan UU No. 22 tahun 2019 tentang Sistem Budi daya Pertanian Berkelanjutan bahwa pengelolaan sumber daya alam hayati dalam memproduksi komoditas pertanian guna memenuhi kebutuhan manusia secara lebih baik dan berkesinambungan dengan menjaga kelestarian lingkungan hidup. Penerapan pengendalian OPT yang ramah lingkungan dapat meningkatkan produktivitas tanaman, aman konsumsi, kelestarian lingkungan, serta meminimalisir biaya produksi karena berkurangnya penggunaan pestisida kimia.

Akhir-akhir ini serangan OPT mulai meningkat. Salah satu penyebab terjadinya peningkatan dan atau ledakan OPT adalah akibat dari perbuatan manusia sendiri yang kurang bijak dalam mengelola alam pertanian (agroekosistem). Penggunaan pestisida kimia yang berlebih, secara kalender, ada atau tidak ada serangan OPT tetap disemprot, mengakibatkan tidak seimbang ekosistem. Keseimbangan ekosistem merupakan jawaban klise untuk menekan terjadi ledakan serangan OPT. Namun demikian, sebagai insan perlindungan tentunya sudah sangat paham betul terhadap pentingnya keseimbangan ekosistem. Begitu salah satu populasi turun (musuh alami) maka populasi sebagai pakannya (hama) akan melonjak tajam. Kondisi ini yang mengakibatkan cepatnya perkembangan OPT.

Ketika melihat dan mencermati lonjakan serangan OPT, hal yang perlu dipertimbangkan adalah bagaimana peran kita sebagai insan perlindungan tanaman pangan serta bagaimana langkah kita mencegah, bahkan bisa menanggulangi ledakan serangan OPT. Inilah saatnya memunculkan berbagai inovasi pengendalian OPT dengan tetap mengedepankan prinsip ramah lingkungan. Kemunculan teknologi pengendalian ramah lingkungan dari petugas lapangan merupakan

suatu tindakan yang sangat perlu diapresiasi. Mari bersama-sama terus mendorong petugas untuk terus berinovasi dengan slogan “Mutu Pangan, Meningkat, Dikonsumsi Sehat”.

Kebijakan Perlindungan Tanaman Pangan dalam Pengendalian Ramah Lingkungan

Mohammad Takdir Mulyadi - Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan

Pada saat ini Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, BBTPH, serta rekan-rekan pejabat fungsional, tengah berupaya untuk melakukan perlindungan pertanian dan dilaksanakan dengan sistem pengelolaan hama terpadu serta penanganan dampak perubahan iklim. Dalam menjalankan tugas ini, payung hukum yang digunakan terkait perlindungan tanaman adalah (1) UU No. 12 tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman, pasal 20 ayat 1 yang berbunyi “Perlindungan tanaman dilaksanakan dengan sistem pengendalian hama terpadu”; serta (2) UU No. 22 tahun 2019 tentang sistem budidaya pertanian berkelanjutan pasal 48 ayat 1 yang berbunyi, “Perlindungan pertanian dilaksanakan dengan sistem pengelolaan hama terpadu dan penanganan dampak perubahan iklim”. Undang-undang No. 22 tahun 2019 ini merupakan perundang-undangan terbaru yang digunakan sebagai dasar hukum, dijelaskan dalam UU tersebut bahwa dalam rangka pengamanan pangan perlindungan pertanian, hal-hal yang dikedepankan selain pengendalian hama tanaman pangan dengan sistem pengendalian hama terpadu, hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah dampak perubahan iklim. Perubahan iklim ini perlu diperhatikan karena memang tidak bisa

diprediksi tetapi dapat menyebabkan penurunan hasil-hasil pertanian. Oleh karena itu, Undang-undang No. 22 tahun 2019 mengamanatkan untuk melakukan mitigasi terhadap dampak perubahan iklim.

Berkenaan dengan hal tersebut, Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, mempunyai tugas dan fungsi mulai dari merumuskan, merencanakan, dan melaksanakan penyiapan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang pengendalian hama dan penyakit dan perlindungan tanaman. Jadi, Direktorat memiliki kewenangan untuk merumuskan perencanaan, tindakan-tindakan kebijakan, serta pelaksanaan yang dilakukan dengan pola-pola *bottom-up*. Perumusan di Direktorat ini didasarkan pada kondisi-kondisi di lapangan, berdasarkan data dan informasi yang diperoleh di lapangan. Misalnya, hal-hal berkaitan dengan logistik, pemberdayaan SDM, terutama untuk rekan-rekan POPT di daerah.

Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan bertugas untuk mengamankan pertanian dari serangan OPT/DPI dalam rangka mendukung pencapaian target produksi. Tabel berikut ini merupakan daftar target produksi untuk tahun 2021!

Tabel 10. Target produksi 2021

Tujuan	Indikator Tujuan	Target (Juta Ton)
Meningkatnya produksi dan produktivitas untuk pemenuhan ketersediaan pangan yang cukup dan berkelanjutan	Produksi Padi	56,50
	Produksi Jagung	23,00
	Produksi Kedelai	0,29
	Produksi Kacang Tanah	0,44
	Produksi Kacang Hijau	0,20
	Produksi Ubi Kayu	17,75
	Produksi Ubi Jalar	1,65

(sumber: Data Renstra Ditjen TP 2020–2024)

Mengenai target produksi ini, petugas POPT memiliki tanggung jawab yang tidak sederhana. Petugas POPT ini bertanggung jawab mendampingi petani agar target produksi ini dapat diamankan. Ini tentunya tidak terlepas dari upaya-upaya dan kerja keras dari petugas di lapangan, terutama petugas POPT, tim laboran, serta BBTPH yang ada di seluruh provinsi di Indonesia. Selain itu, teman-teman pakar, para praktisi dan akademisi, juga ikut mendampingi dalam pelaksanaan dan pendampingan terkait upaya pengamanan target produksi. Angka target produksi tersebut tidak akan tercapai jika petugas-petugas di pusat dan di daerah tidak saling bersinergi dan tidak berkoordinasi satu sama lain. Berdasarkan data di tahun 2019 dan tahun 2020, upaya-upaya yang telah dilakukan oleh petugas di pusat dan di daerah dapat dikatakan berhasil dalam menangani pengendalian serangan OPT dan memitigasi dampak perubahan iklim. Untuk tahun 2021 ini para petugas tentunya tetap bekerja keras dalam mengamankan ketercapaian target produksi.

Kebijakan mengenai pengendalian organisme pengganggu tanaman dengan pendekatan system PHT (Pengendalian Hama Terpadu) bukan merupakan hal yang baru. Kebijakan ini sudah lama digaungkan kepada masyarakat sejak tahun 1986, ketika terjadi *outbreak* hama wereng pada saat itu. Upaya-upaya perumusan PHT dan pengimplementasiannya di lapangan telah melalui proses yang cukup panjang. Misalnya, untuk saat ini sudah ada pergerakan serta upaya-upaya pengendalian OPT melalui penerapan atau penggunaan bahan-bahan biologi, meskipun upaya ini belum dilaksanakan oleh seluruh petani di Indonesia.

Direktorat terus mendorong kepada petugas terkait dan juga petani untuk dapat membangkitkan, mendahulukan, memprioritaskan pengendalian hama terpadu yang lebih ramah lingkungan dan menjaga ekosistem di mana lahan atau kegiatan produksi itu berada. Salah

satunya yaitu dengan memprioritaskan teknologi ramah lingkungan, pendekatan, serta pengelolaan agroekosistem yang ramah lingkungan. Direktorat juga mengembangkan pendekatan pengelolaan agroekosistem yang spesifik lokasi. Implikasi dari upaya pengendalian ini terkait dengan PHT. Oleh karena itu, penggunaan pestisida sintetis tidak diperkenankan untuk dijadikan pilihan pertama dalam pengendalian hama, melainkan pestisida sintesis ini dapat digunakan jika pestisida nabati yang ada tidak mampu mengendalikan hama di lapangan. Penggunaan pestisida sintetis ini juga harus dilakukan dengan cara yang bijaksana, yakni memenuhi 6 tepat; tepat jenis, tepat dosis, tepat untuk membidik hama atau penyakit tertentu, tepat cara, tepat waktu, dan tepat mutu. Jadi, penggunaan pestisida sintetis ini tidak boleh sembarangan atau mengaplikasikan ke tanaman tanpa memerhatikan dosis hingga membuat petani terpapar dan kualitas produksi menjadi turun. Para petani perlu diedukasi terkait pentingnya menggunakan pestisida secara bijaksana dengan pola 6 tepat guna meminimalisir dampak kerugian (Yulia, Widiyanti, dan Susanto 2020).

Pemanfaatan pestisida kimia merupakan cara terakhir. Sebelum mencapai ambang batas maka sebaiknya diprioritaskan penggunaan agen hayati, pestisida biologi, dan bahan-bahan yang ramah lingkungan. Pengendalian awal dan pencegahan sangat disarankan untuk dilakukan guna menekan populasi hama dan meminimalisir kerugian petani. Misalnya, pada usia 0–70 hari setelah tanam sebaiknya diupayakan menggunakan dengan produk-produk ramah lingkungan yang sudah banyak dihasilkan oleh petani. Produk-produk tersebut merupakan produk yang mudah didapat, kemudian mudah membuatnya, dan tidak membawa dampak pada lingkungan. Produk semacam ini juga akan terus dikembangkan ke depannya dengan kualitas produk yang lebih

baik. Pembuatan produk-produk alami atau pestisida nabati tentunya juga dapat menekan biaya produksi pertanian sehingga hasil pertanian di Indonesia dapat bersaing dengan produk-produk dari luar negeri.

Fokus pengembangan pestisida yang dilakukan saat ini adalah kepada pengendalian ramah lingkungan. Pentingnya pengendalian ramah lingkungan ini didasarkan pada 2 perspektif, yakni berdasarkan potensinya dan berdasarkan tujuannya. Ditinjau dari potensinya, Indonesia memiliki potensi sumber daya alam dan sumber daya manusia yang memadai. Sejak beberapa tahun lalu, sumber daya manusia kita sudah mengkaji dan mengembangkan pengendalian ramah lingkungan ini, misalnya dengan adanya program-program yang mengarah ke pengendalian ramah lingkungan. Pihak direktorat juga sudah banyak membina pusat pelayanan agens pengendali hayati yang ada di tingkat-tingkat kelompok tani. Kelompok-kelompok tani juga sudah diberdayakan, dibimbing melalui Bimtek, serta didampingi dalam pembuatan agen hayati pestisida nabati. Programnya sudah ada dan berjalan dengan baik, begitu juga pembimbingannya. Beberapa petani bahkan sudah mahir dalam memformulasikan pestisida nabati, banyak yang sudah mengaplikasikannya.

Potensi lainnya adalah dari sumber daya alam yang tersedia. Terdapat banyak sekali bahan alam yang ditemukan di Indonesia, seperti serangga, jamur, bakteri, virus, serta nematoda yang dapat digunakan sebagai bahan pengendali hayati. Oleh karena dapat diperoleh di sekitar, bahan alam ini tidak susah untuk dicari. Bahan-bahan alami atau bahan-bahan insitu ini memiliki tingkat keefektifan yang lebih baik dibandingkan dengan bahan-bahan yang didapat dari luar. Hal ini karena bahan-bahan tersebut merupakan jasad hidup yang apabila diambil dari tempat sekitar

tentunya akan lebih efektif untuk melakukan pengendalian. Selain itu, pembiakan juga dilakukan agar bahan selalu tersedia dan jumlahnya melimpah.

Ditinjau dari tujuannya, tujuan dilakukannya pengendalian ramah lingkungan ini untuk menyediakan bahan pengendali OPT yang efektif dan ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan ini tentunya juga akan menghasilkan produk pertanian yang aman dikonsumsi karena tidak mengandung residu kimia. Berikutnya, hal ini tentu juga dapat menekan biaya produksi petani dan meningkatkan keuntungan dalam berusaha tani.

Musuh-musuh alami dari serangga OPT juga perlu untuk diselamatkan melalui konservasi. Salah satu caranya dengan melakukan rekayasa ekologi atau *ecological engineering*. Baehaki, Irianto, dan Widodo (2016) menyatakan bahwa rekayasa ekologi merupakan bagian dari pelayanan ekologi yang bertujuan untuk restorasi agroekosistem agar pengendalian alami dapat bekerja secara penuh. Rekayasa ekologi yang dilakukan di lahan pertanian akan meningkatkan peran musuh alami. Teknik yang bisa diterapkan pada rekayasa ekologi ini misalnya dengan menanam tanaman yang memiliki banyak nektar pada pematang atau sekeliling pertanian padi atau tanaman budidaya (refugia).

Upaya pemanfaatan musuh alami ini penting untuk mendatangkan predator atau parasitoid dari wilayah lain, baik itu dari luar negeri maupun dari antar pulau di Indonesia. Petani juga dapat melakukan konservasi dengan cara melestarikan dan memberdayakan predator yang sebelumnya sudah ada di pertanaman. Jadi, predator dan parasitoid ini dirawat agar terus terjaga. Konservasi bisa juga dilakukan dengan cara memanipulasi tanaman dan lingkungan pertanaman (habitat).

Selain konservasi, petani dapat juga melakukan augmentasi dengan cara membiakkan predator dan parasitoid secara massal di laboratorium dan melepaskannya di pertanaman. Augmentasi ini bisa dilakukan ketika musuh alami tidak ada atau sedikit jumlahnya di pertanaman atau musuh alami cukup banyak, tetapi datang terlambat. Semuanya bisa tercapai dengan menerapkan prinsip PHT tanpa menggunakan pestisida kimia yang dapat mematikan musuh alami. Hal ini yang kemudian menjadi dasar kebijakan yang disusun oleh Direktorat yang kemudian menjadi alternatif yang baik bagi para petani dalam mengendalikan hama secara terpadu.

Terdapat beberapa strategi terkait dengan kegiatan penanganan serangan OPT dan mitigasi DPI ini, antara lain dengan melakukan penguatan SDM. Ujung tombak dari kegiatan ini tentunya ada di rekan-rekan yang bertugas memberikan pengawalan dan pendampingan kepada para petani, yakni pejabat petugas POPT yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Mereka memiliki andil yang cukup besar dalam keberhasilan pengendalian OPT dan mitigasi DPI. Di tahun 2021, terdapat sekitar 1800-an petugas POPT. Idealnya satu kecamatan, ada satu petugas POPT, tetapi untuk saat ini hal itu belum tercapai. Di beberapa tempat bahkan ada 1 petugas POPT yang harus menangani 2–3 kecamatan. Pada pelaksanaan tugasnya, beberapa petugas POPT ini juga dibantu oleh tenaga bantu THL dengan jumlah sekitar 1300-an petugas. Diharapkan ke depannya jumlah petugas POPT dan THL ini akan bertambah karena mereka memiliki peran yang penting sebagai SDM yang akan membimbing dan mendampingi petani dalam melakukan pengendalian hama OPT.

Selain itu, direktorat juga memberikan penguatan logistik seperti sarana-sarana pengendalian. Barang-barang logistik sudah disiapkan di setiap kecamatan dan selalu dikontrol terus terkait dengan kesiapan logistik tersebut guna mengantisipasi potensi serangan-serangan hama dan penyakit tertentu.

Strategi yang berikutnya adalah dengan melakukan penguatan data dan kelembagaan. Informasi dan data awal diperlukan untuk menentukan langkah-langkah serta kebijakan yang dapat diambil untuk pengendalian OPT. Data-data tersebut tentunya merupakan data-data yang diambil dari lapangan. Dari data-data tersebut kemudian akan diputuskan apakah akan dilakukan tindakan pencegahan awal dengan menggunakan pestisida biologi, atau akan dilakukan dengan pestisida kimia sintetik jika memang sudah mencapai ambang *outbreak*. Oleh karena itu, data yang diperoleh ini harus benar-benar valid dan reliabel. Strategi lainnya adalah penguatan pengamatan. Petugas POPT dan petani harus benar-benar teliti dalam melakukan pengamatan, misalnya dengan mengamati dari petak per petak sawah, langsung ke batang padinya, jika memang ada WBC maka dapat dihitung jumlahnya, serta jika ditemukan ada telur-telur hama maka harus diambil secara mekanis. Bagian alur penanganan OPT dan DPI dapat dilihat pada gambar berikut!



Program yang saat ini tengah sungguh-sungguh ditangani merupakan kegiatan *strong point* yakni kegiatan pemberdayaan petani dalam kemasyarakatan PHT. Kegiatan ini dilaksanakan untuk memperkaya kegiatan-kegiatan regular yang memang sudah berjalan sebelumnya. Subjek dari kegiatan ini adalah para petani yang diberdayakan untuk menghasilkan bahan-bahan, agen-agen biologi, agen hayati, serta pestisida nabati untuk pengendalian OPT. Para petani meramu sendiri pestisida nabati tersebut, lalu mengimplementasikannya serta diaplikasikan dalam jumlah yang luas di masyarakat. Saat ini sudah terdapat 120 unit di 12 provinsi yang menjadi *project pilot*. Jika pada tahap evaluasi berhasil maka jumlah unit tersebut akan ditambahkan. Langkah ini merupakan upaya pengendalian OPT melalui pendekatan PHT, khususnya dengan menggunakan pestisida biologi seperti yang disampaikan oleh Dirjen Tanaman Pangan.

Kegiatan-kegiatan pemberdayaan petani dapat dilihat pada gambar di bawah ini!

1. EKSPLORASI



2. PERBANYAKAN AGENS PENGENDALI HAYATI



3. APLIKASI



4. EVALUASI



Gambar 44. Pemberdayaan petani

Dalam upaya pemberdayaan petani, petani ini diberi program untuk melakukan eksplorasi mulai dari tahapan awal yang biasanya akan diketahui bahwa pengembangan agen hayati itu biasanya isolatnya berasal dari luar daerah. Petani diarahkan untuk mencari dan mengidentifikasi, kemudian memurnikan dan mengembangkan sendiri agen hayati untuk pengendalian hama. Petugas POPT akan mendampingi mereka dalam pelaksanaan eksplorasi ini. Mereka juga difasilitasi laboratorium yang ada di seluruh Indonesia. Kegiatan ini sudah berjalan dan beberapa unit, bahkan sudah menemukan isolat. Diharapkan isolat-isolat yang ditemukan ini memiliki keefektifan yang lebih baik dibandingkan dengan isolat-isolat yang didatangkan dari luar negeri.

Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan terus mendorong petani untuk memberdayakan dan mengaplikasikan pengendalian ramah lingkungan pada lahan paling tidak seluas 25 hektare. Direktorat juga membantu melakukan GERDAL OPT (Gerakan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman). Gerdal ini dilakukan sebanyak 3 kali, sebelum padi mencapai usia 77 hari. Jika daerah tersebut merupakan daerah endemis terhadap wereng maka gerdal yang dilakukan hanya dengan menggunakan agen-agen hayati setempat untuk mencegah *outbreak*.

Untuk sementara ini, program yang dilakukan oleh Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan ini cukup berhasil untuk menggali dan melakukan perubahan kebijakan terkait dengan program-program yang akan datang. Program berikutnya akan difokuskan pada pengembangan penggunaan pestisida nabati di dalam kegiatan-kegiatan pengamanan hasil dari pertanian di Indonesia.

Konsep Pengembangan Pestisida Biologi

Dadang - Dosen Institut Pertanian Bogor

Legalitas dari perlindungan tanaman pangan telah diamanatkan pada Undang-undang No. 22 Tahun 2019. Dalam perundang-undangan tersebut diuraikan tentang bagaimana pelaksanaan dan implementasi perlindungan tanaman, baik untuk hortikultura maupun tanaman pangan di kebun. Kunci perlindungan tanaman ini adalah agar PHT atau IPM tidak hanya menjadi kebutuhan petugas-petugas di tim pangan dan hortikultura, tetapi pejabat-pejabat di tingkat atas juga harus memberikan perhatiannya terkait implementasi IPM ini. Hal ini karena IPM merupakan bagian dari *Integrated Crop Management* dan *Integrated Crop Management* (ICM) serta ini merupakan bagian dari *Integrated Farming Management* (IFM). Pejabat di tingkat atas ini memiliki tanggung jawab dalam pengambilan kebijakan dalam bidang agronominya, tata budidayanya, harus mengerti tentang IPM, serta kebijakan yang lebih luas lagi. Jadi, IPM ini tidak hanya menjadi *concern* dari rekan-rekan bagian proteksi tanaman, tetapi juga harus dipahami secara keseluruhan. Petugas-petugas yang menangani PH (Pengendalian Hayati) dan pengendalian biologi harus memiliki latar belakang pengetahuan yang mumpuni. Landasan pengetahuan yang cukup ini perlu diperhatikan agar petugas-petugas di lapangan tidak melakukan pengendalian dengan cara yang konvensional hanya karena petugas tersebut tidak memahami bahwa IPM merupakan bagian dari satu sistem yang luas, yakni *Integrated Crop Management* dan juga *Integrated Farming Management*. Hal ini harus dipahami bersama dan harus dikampanyekan kepada semua orang yang bergerak di dalam bidang pertanian secara luas.

Teknologi-teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung PHT (Pengendalian Hama Terpadu) terus dikembangkan dengan tujuan agar secara ekologi dia dapat bersifat *sustainable*, secara ekonomi dapat bersifat *visible*, dan secara sosial dapat bersifat *acceptable* atau dapat diterima oleh masyarakat. Idealnya, teknologi tersebut dilihat dari sudut pandang ekonomi cukup efisien dan dari sudut pandang ekologi memang dapat membuat pertanian berkelanjutan. Oleh karena itu, perundang-undangnya berkaitan dengan sistem pertanian berkelanjutan. Hal tersebut yang harus selalu ditekankan. Ketiga aspek tersebut, ekologi, ekonomi dan sosial, harus selalu diperhatikan. Oleh karena itu, pilihan-pilihan seperti ini harus diseleksi agar dapat bersifat lebih *practical* dan strategis, serta dapat ditemukan di lapangan.

Prinsip-prinsip dalam PHT yang perlu diperhatikan antara lain terkait dengan penggunaan agens hayati, petani ahli, pengamatan, serta budidaya tanaman sehat. Prinsip pertama yang harus diperhatikan adalah budidaya tanaman sehat, perlu diperhatikan cara-cara agar tanaman dapat selalu dalam keadaan sehat. Hal ini sangat bergantung pada tanamannya karena ada beberapa aspek yang harus diperhatikan, seperti aspek pemupukan, aspek cara tanam, aspek varietas, aspek pengairan irigasi, dan lain-lain. Setelah itu, petugas atau petani dapat melakukan pengamatan untuk mencari tahu apakah diperlukan penggunaan agen hayati. Jika petani menggunakan budidaya tanaman sehat, kemungkinan prinsip-prinsip lainnya tidak perlu dilakukan. Produk pertanian yang dihasilkan dari budidaya tanaman sehat, tanpa menggunakan pestisida tentu hasilnya akan sangat baik. Pestisida ini merupakan asupan yang diberikan kepada tanaman yang berasal dari luar, artinya dengan memanfaatkan apa yang ada di lingkungan itu, misalnya dengan menggunakan refugia. Musuh alami yang ada di pertanaman juga dapat

dikonservasi. Ini merupakan bentuk input dari luar untuk tanaman. Untuk penggunaan pupuk dapat dengan menggunakan pupuk organik, artinya dicoba dengan memanfaatkan dan merekayasa ekosistem sehingga petani tidak perlu melakukan kegiatan pengendalian hama dan penyakit di tanaman. Konsep seperti ini sangat bagus untuk daerah perkebunan. Untuk tanaman pangan dan hortikultura tantangannya ada di kestabilan yang dapat terganggu ketika tanaman sudah dipanen.

Jika tanaman mendapat gangguan dari luar maka sangat dianjurkan untuk menggunakan pestisida biologi. Ada perbedaan antara pengendalian hayati dengan penggunaan pestisida biologi. Pengendalian hayati lebih banyak dilakukan dengan menggunakan predator, agen hayati, dan lain-lain. Di sisi lain, pestisida biologi melibatkan penggunaan mikroorganisme secara utuh. Jenis pestisida lainnya yang dapat digunakan adalah pestisida metabolit. Penggunaan pestisida metabolit ini ada diurutan ketika setelah pengendalian hayati dan pestisida botani karena ketersediaannya yang sulit didapat dibandingkan pestisida biologi. Pestisida biologi dapat dibuat sendiri atau dibeli di pasar. Jika bahan-bahan pembuatan pestisida metabolit ini tersedia maka pestisida ini dapat digunakan, tetapi jika sulit untuk mendapatkan bahan bakunya, pestisida ini dapat digantikan dengan pestisida sintetis.

Jika penggunaan pestisida sintesis memang dirasa perlu maka penggunaannya harus bijaksana sesuai GAP (*Good Agricultural Practices*). Ada pedoman SOP dalam pengaplikasian pestisida sintesis tersebut agar tidak memunculkan dampak yang merugikan. Petani perlu mempertimbangkan kapan waktu yang tepat pengaplikasian dari pestisida tersebut agar tidak mengganggu kualitas dari produk yang dihasilkan

atau meninggalkan residu. GAP ini digunakan sebagai pedoman dalam pengaplikasian pestisida nabati tersebut mengingat tujuan yang ingin dicapai untuk menghasilkan produk pertanian yang ramah lingkungan.

Sebelum pengaplikasian pestisida, petani harus terlebih dahulu melakukan pengamatan secara menyeluruh apakah memang pemberian pestisida itu benar-benar dibutuhkan tanaman. Dalam menjawab hal tersebut biasanya petani akan terbagi ke dalam dua kubu antara kelompok yang yakin bahwa tidak perlu diberikan pestisida dengan petani yang selalu merasa khawatir jika tidak menggunakan pestisida. Pengalaman bertani kemudian yang akan menjadi kunci terkait keputusan akhir yang akan diambil. Mayoritas petani merasa khawatir sehingga menggunakan pestisida sebagai pencegahan dan juga pengendalian langsung.

Pada awalnya, peraturan legalitas mengenai pestisida nabati ini hanya tertuang di Peraturan Pemerintah (PP) dan sekarang justru diperkuat dengan terbitnya Undang-Undang, yakni UU No. 22 tahun 2019 mengenai sistem budidaya pertanian berkelanjutan. Pada UU No. 22 tahun 2019 Pasal 75 pestisida didefinisikan sebagai zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang dapat digunakan untuk:

a. Memberantas atau mencegah:

- Hama dan penyakit yang merusak tanaman atau hasil pertanian
- Hama luar pada hewan peliharaan dan ternak
- Hama air
- Binatang dan jasad renik dalam rumah tangga, bangunan, dan dalam alat pengangkutan
- Binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah, atau air

- b. Memberantas rerumputan dan/atau tanaman yang tidak diinginkan;
- c. Mematikan dan mencegah pertumbuhan bagian tanaman yang tidak diinginkan; dan
- d. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian tanaman yang tidak termasuk pupuk.

Berdasarkan definisi pestisida yang tertuang dalam penggalan pasal Undang-undang di atas maka dapat diketahui bahwa ada dua jenis pestisida di Indonesia, yakni pestisida alami dan pestisida sintetis atau sintetis. Pestisida alami itu sendiri dipecah ke dalam tiga golongan, yakni golongan pestisida biologi, pestisida metabolit, dan pestisida mineral.

Pestisida biologi merupakan pestisida yang memiliki bahan aktif berupa mikroorganisme utuh, seperti *Trichoderma*, protozoa, dan lain-lain. Pestisida metabolit sendiri masih dibagi lagi dalam dua kelompok, yakni pestisida tumbuhan atau pestisida nabati atau pestisida botani yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan, lalu kelompok yang berikutnya adalah pestisida mikroorganisme yang terbuat dari mikroorganisme yang tidak utuh, sudah diekstrak terlebih dahulu. Ada juga jenis pestisida lainnya yang terbentuk dari proses sintesis dan berasal dari senyawa metabolit dari mikroorganisme. Saat ini ada banyak penggunaan-penggunaan pestisida sintetis yang terbuat dari senyawa mikroorganisme. Singkat kata, dapat dipahami bahwa pestisida biologi sebenarnya berasal dari pestisida alami. Pestisida ini berbeda dengan pestisida metabolit, pestisida nabati, dan lain-lain.

Karakteristik dari pestisida biologi, antara lain:

- Pestisida yang berbahan aktif mikroorganisme, seperti bakteri, cendawan, virus, nematoda, dan protozoa
- Umumnya bekerja secara selektif

- Cara kerja bergantung pada jenis mikroorganismenya
- Memerlukan waktu yang lebih lama untuk mematikan inang
- Relatif tidak mencemari lingkungan
- Relatif tidak menimbulkan resisten
- Umumnya dapat bersinergi dengan strategi lain dalam PHT

Mikroorganisme yang digunakan sebagai bahan pembuatan pestisida biologi ini merupakan mikroorganisme utuh, bukan sebagai metabolit. Cara kerja pestisida biologi bergantung pada jenis mikroorganisme yang digunakan, berbeda jenis maka reaksinya akan berbeda pula. Pestisida nabati memiliki waktu yang lebih lama untuk mematikan inang karena dia perlu memperbanyak diri dan ini tentunya cukup memakan waktu. Di lain pihak, pestisida sintetis dapat dengan cepat menimbulkan efek letal terhadap serangga hama yang terinfeksi karena memang setiap senyawa dirancang dengan kemampuan untuk memberikan pengaruh secara langsung. Pestisida biologi juga relatif tidak mencemari lingkungan. Dikatakan relatif karena masih ada kemungkinan, meskipun sangat kecil, bahwa pestisida ini dapat menyebabkan kerusakan. Kelebihan lainnya dari pestisida biologi adalah kebanyakan relatif tidak meninggalkan resisten. Contoh pestisida biologi yang menyebabkan resisten pada serangga adalah *Basilus*. Secara umum, pestisida biologi akan bersinergi dengan strategi lain dalam PHT.

Dalam mengembangkan teknologi pengendalian pestisida biologi terdapat 5 parameter pengukuran yang harus tercapai, yakni efektifitas, efisiensi, keamanan, kepraktisan, dan legalitas. Parameter legalitas ini berarti produk teknologi pengendalian pestisida biologi yang diproduksi harus legal dari peraturan hukum yang berlaku di Indonesia dan hukum agama, misalnya produknya terdaftar. Oleh karena itu, tidak

diperbolehkan menggunakan bahan-bahan yang terlarang. Kelima unsur tersebut harus tercapai agar produk yang dihasilkan dapat digunakan oleh masyarakat dengan praktis, aman, efisien, dan efektif. Alasan masyarakat menggunakan pestisida sintesis kebanyakan karena kepraktisannya. Alasan ini kemudian diadaptasi pada teknologi pengendalian dengan pestisida biologi agar masyarakat beralih ke pola pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Karakteristik pestisida yang praktis memang lebih diminati oleh petani sehingga tidak menimbulkan kesulitan ketika diaplikasikan di lahan pertanian mereka. Ini merupakan satu peluang yang bisa dilakukan untuk mengedukasi para petani bagaimana membuat pestisida biologi yang praktis dan tidak merepotkan.

Pengembangan teknologi pengendalian hama pada pestisida biologi menggunakan bahan baku berupa mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan ini bisa berupa organisme utuh atau senyawa metabolit. Organisme utuh yang digunakan bisa berupa cendawan, bakteri, nematoda, atau virus. Senyawa metabolit yang digunakan bisa dengan metabolit utuh maupun semi sintetis. Produk dari pengembangan teknologi pengendali ini bisa dimanfaatkan untuk penggunaan pribadi ataupun untuk penggunaan kelompok.

Tahapan pengembangan bioinsektisida di Indonesia dimulai dengan proses *screening*, kemudian dilanjutkan dengan seleksi proses fermentasi. Setelah itu, tahapan lain yang harus dilalui adalah pengembangan uji hayati dan dilanjutkan dengan pengujian keamanan. Setelah lulus uji keamanan, tahapan selanjutnya adalah pengembangan formulasi dan pengujian hayati lapangan. Jika semua tahapan tersebut sudah dilalui maka produk biopestisida tersebut dapat didaftarkan, setelah registrasi baru produk tersebut dapat dipasarkan.

Indonesia merupakan negara yang kaya. Oleh karena itu, tahapan *screening* dalam pembuatan biopestisida dapat dilakukan dari mana saja, misalnya dari serangga yang sakit, dari akar tanaman, dari tanah-tanah di hutan, dan lain-lain. Hal ini dapat dilakukan oleh peneliti-peneliti di Lembaga penelitian dan dari tahapan ini nanti akan diperoleh banyak mikroorganisme. Setelah di-*screening*, mikroorganisme tersebut akan diseleksi dengan cara difermentasi. Pada tahapan ini akan dikaji cara-cara yang dapat dilakukan untuk memperbanyak mikroba yang potensial agar efisien ketika digunakan nantinya. Jangan sampai ketika mikroba yang bagus sudah ditemukan, tetapi ternyata formulator terkendala dalam memperbanyak mikroba tersebut. Hal ini dapat menjadi masalah ketika digunakan di lapangan nantinya. Untuk itu, seleksi dengan proses fermentasi dilakukan untuk mengantisipasi agar hal tersebut tidak terjadi dan bakteri bisa diperbanyak jumlahnya dengan menggunakan metode tertentu.

Uji hayati juga dilakukan untuk mempertimbangkan apakah mikroba tersebut perlu dikombinasikan dengan mikroba lain atau tidak. Jika satu mikroba tidak cukup maka harus dikombinasikan dengan 2 atau 3 mikroba sekaligus. Perlu juga dikembangkan pengujian keamanan dari produk yang dibuat. Pengujian keamanan ini perlu diperhatikan agar biopestisida yang akan digunakan tidak menimbulkan penyakit pada manusia juga menjadi masalah bagi binatang mamalia. Ini merupakan salah satu alasan kenapa bakteri salmonella dilarang untuk digunakan sebagai bahan biopestisida untuk pengendalian tikus karena nanti dikhawatirkan dapat mengganggu mamalia atau manusia.

Lebih lanjut, formulasi dari biopestisida yang akan digunakan juga harus dikembangkan. Populasinya harus jelas dan *compatible* dengan mikrobanya. Tujuannya agar biopestisida tersebut mudah diaplikasikan,

sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Formulator harus memerhatikan 5 prinsip dalam pembuatan pestisida yang salah satu aspeknya berkaitan dengan kepraktisan. Oleh karena itu, pengembangan formulasi perlu diperhatikan. Setelah itu perlu diadakan pengujian lapangan lagi untuk mengetahui apakah formulasi yang dihasilkan dapat bekerja dengan baik di lapangan, berapa lama dapat disimpan di laboratorium, serta berapa lama isolatnya harus dikembalikan lagi. Semua hal tersebut harus diujikan untuk mencapai 5 prinsip pembuatan pestisida.

Jika biopestisida yang telah dihasilkan akan dipasarkan atau dikomersilkan maka harus diregistrasi. Nomor registrasi yang akan didapat ini dapat dijadikan sebagai salah satu dasar hukum bahwa biopestisida tersebut memang baik untuk digunakan. Ketika proses registrasi sudah terpenuhi maka formulator bisa memasarkan produk biopestisida yang dihasilkan karena segala aspeknya sudah terpenuhi, mulai dari aspek legal, aspek efektivitas, aspek efisiensi, aspek keamanan, dan aspek kepraktisan.

Proses registrasi biopestisida ini diperlukan karena memang peraturan tertuang dalam Undang-undang No. 22 tahun 2019 pasal 76 yang berbunyi:

1. Pestisida, pengadaannya dilakukan melalui produksi dalam negeri dan/atau pemasukan dari luar negeri.
2. Pestisida yang diedarkan wajib terdaftar.
3. Pestisida yang terdaftar harus memenuhi standar mutu, terjamin efektivitasnya, dan diberi label.
4. Pestisida yang digunakan harus memerhatikan kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan.

Jadi, jika biopestisida yang diproduksi akan diedarkan maka produk tersebut wajib didaftarkan terlebih dahulu karena jika tidak didaftarkan akan melawan perundang-undangan yang berlaku atau melawan hukum. Ada penekanan juga pada pasal 76 ayat 1 bahwa produk biopestisida yang dibuat di dalam negeri itu lebih dikedepankan dibandingkan dengan pestisida impor. Pada pasal 76 ayat 3 juga ditekankan bahwa biopestisida yang diedarkan harus memenuhi standar mutu yang ditetapkan maka formulator harus memerhatikan jenis mikroorganisme yang digunakan dan kadar kandungannya untuk mencapai tingkat efektivitas tertentu. Selain itu, produk biopestisida yang akan diedarkan juga harus memiliki label. Label ini merupakan sarana komunikasi tak langsung antara produsen dengan penggunaannya nanti terkait produk tersebut. Hal ini ditujukan agar pengguna memiliki pengetahuan produk yang cukup, terutama terkait informasi jenis produk, dosis, konsentrasi, dan cara penggunaannya. Semua informasi tersebut akan mempermudah pengguna dalam mengaplikasikan produknya di lahan pertanian mereka. Selanjutnya di pasal 76 ayat 4 juga ditekankan bahwa pestisida yang akan digunakan harus memerhatikan kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan sehingga tahapan-tahapan yang dilakukan sebelum mendaftarkan produk biopestisida juga menekankan pada aspek keamanan.

Undang-undang No. 22 tahun 2019 pasal 77 juga memberikan uraian tentang pengedaran produk biopestisida, seperti yang tertuang dalam ayat-ayat berikut:

1. Setiap orang dilarang mengedarkan dan/atau menggunakan pestisida yang tidak terdaftar, membahayakan kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan, dan atau tidak berlabel.

2. Pestisida yang dilarang peredaran dan/atau penggunaannya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib dimusnahkan oleh setiap orang yang menguasai pestisida.
3. Dalam hal setiap orang yang menguasai pestisida sebagaimana dimaksudkan pada ayat (2) tidak diketahui keberadaannya, pemerintah berkewajiban melakukan pemusnahan.

Dengan demikian, pestisida yang tidak terdaftar atau yang membahayakan kesehatan masyarakat tidak boleh diperjualbelikan. Bisa saja barangkali suatu produk biopestisida memiliki tingkat keamanan yang baik ketika diujikan, tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan ketika diuji, tetapi ternyata ketika digunakan oleh masyarakat luas justru terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Jika kasus seperti ini terjadi maka izin edar dari produk tersebut akan dicabut. Jika produsen enggan memusnahkan produknya maka pemerintah yang akan bekerja untuk memusnahkan produk tersebut.

Proses seperti itu memang yang seharusnya dijalankan. Undang-undang sudah memberikan dasar hukum yang bagus, kemudian semua pihak harus bekerja sama secara berkesinambungan untuk mengembangkan biopestisida yang ada di Indonesia. Beberapa contoh mikroorganisme yang dapat digunakan untuk pengembangan biopestisida antara lain:

a. Protozoa

- Nosema: *Helicoverpa armigera*
- Leptomonas sp.: *Ostrinia furnacalis*

b. Bakteri

- *Bacillus thuringiensis*: berbagai spesies
- *Bacillus popilliae*: lundi *Popillia japonica*
- *Paenibacillus polymyxa*: kresek

c. Cendawan

- *Beauveria bassiana*: *O.furnacalis*, walang sangit, WBC
- *Metarhizium anisopliae*: *H.armigera*, WBC, WDH, walang sangit
- *Verticillium lecanii*: kutu daun, kepik, trips

d. Nematoda

- *Steinernema carpocapsae*: *H. armigera*
- *Heterorhabditis*: *Lepidoptera*, *Coleoptera*

e. Virus

- Nucleopolyhedrovirus: *H.armigera*, *Spodoptera* spp.

Setelah produk pestisida biologi dikembangkan, memiliki formulasi yang bagus, memiliki efikasi yang sesuai dengan harapan dan terbukti aman maka SOP pembuatan produk pestisida biologi bisa disusun berdasarkan formulasi, efikasi, dan keamanan. SOP ini penting sekali untuk disusun karena dengan adanya SOP ini diharapkan dapat menjaga konsistensi mutu produk dan juga efikasi produk. Produk yang diedarkan tidak bisa dibuat asal-asalan tanpa SOP yang jelas. SOP ini juga diperlukan ketika akan memasuki proses akreditasi karena SOP

juga menjadi rahasia dapur produsen yang perlu diuji kelayakannya oleh asesor. Jika produk tidak akan dipasarkan dan bisa dibuat oleh siapa saja maka tidak perlu disusun SOP-nya. Lain halnya bila produknya menjadi produk yang laris dipasaran serta secara ekonomi cukup menjanjikan maka sebaiknya unsur legalitasnya diurus, lalu dibuat juga SOP untuk produk tersebut.

Singkatnya, kepentingan penyusunan SOP ini untuk menjaga konsistensi produk, terutama yang berkaitan dengan mutu dan efikasinya. Misalnya seperti berapa lama produk tersebut dapat disimpan, estimasi waktu kedaluwarsa dari produk tersebut, serta perhitungan waktu isolat awal harus dikembalikan lagi. Ketika semua hal tersebut sudah dilakukan maka proses kedepannya akan lancar.

Pada pertengahan tahun 1980-an, muncul paradigma PHT atau IPM yang menekankan pada jaringan pelatihan partisipatif berskala besar yang memungkinkan petani memahami interaksi ekologis dalam tanaman mereka (Bateman 2003). IPM ini merupakan strategi yang bertujuan mengoptimalkan keseluruhan teknik yang tersedia untuk menjaga populasi hama agar tidak menyebabkan kerugian ekonomi atau *economic injury*. Dengan tujuan demikian Brent dan Atkin (1987) merumuskan *Rational Pesticide Use* (RPU) yang merupakan bentuk subset berfokus dari PHT. Efek buruk dari penggunaan pestisida dapat dikurangi dengan peningkatan selektivitas produk itu sendiri dan ketepatan penerapannya dalam ruang dan waktu. Ini merupakan konsep dasar dari RPU. Secara sederhana, gambaran konsep RPU ini dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 45. *Rational pesticide use*

RPU ini merupakan tolak ukur cara penggunaan pestisida yang baik. Pada label produk biopestisida, produsen dapat mencantumkan keterangan mengenai 3 komponen RPU tersebut, seperti waktu pengaplikasian, target, dan selektif produknya.

Jadi, kalau masyarakat selalu menggunakan pestisida yang ramah lingkungan maka kemungkinannya besar lagi bahwa lingkungan yang sehat akan tercipta. Apapun jenis pestisida yang digunakan, jika diaplikasikan dengan cara yang bijaksana, tentu tidak akan berdampak buruk terhadap lingkungan. Semua ini akan saling terkait satu sama lain. Lingkungan yang sehat dan baik akan membantu masyarakat untuk menghasilkan tanaman yang sehat. Tanaman yang sehat tentu akan menghasilkan produktivitas yang tinggi sehingga kesehatan petani akan bagus juga. Jika kesehatan petani bagus maka kesejahteraan juga akan bagus. Hal ini tentu akan berdampak positif pada kestabilan pangan di Indonesia karena target-target produksi pertanian dapat tercapai dan menjadi *sustainable*. Dengan sehatnya lingkungan, tanaman dan petani, ekosistem alam secara keseluruhan juga akan sehat. Oleh karena itu, penggunaan pestisida biologi harus terus dikampanyekan kepada masyarakat.

Kebijakan Perlindungan Tanaman Pangan Hortikultura di Provinsi Jawa Barat

Irita Rahayu Aryati - Kepala UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura

Petugas POPT di Jawa Timur telah cukup banyak melakukan inovasi teknologi pertanian untuk menangani serangan-serangan hama OPT di pertanian petani. Hal ini tidak terlepas dari dorongan Gubernur Jawa Timur yang terus memberikan kesempatan kepada POPT maupun petani untuk terus berinovasi lebih banyak lagi. Pemerintah setempat juga menyelenggarakan lomba inovasi pelayanan publik yang tentunya ini sangat memotivasi semua pihak untuk terus berinovasi.

UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Timur ini berada di bawah Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur. Landasan hukumnya diambil dari:

- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 85 tahun 2016 tentang kedudukan, susunan organisasi, uraian tugas dan fungsi serta tata kerja dinas pertanian dan ketahanan pangan Provinsi Jawa Timur.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 tahun 2018 tentang nomenklatur, susunan organisasi, uraian tugas, dan fungsi serta tata kerja unit pelaksana teknis Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur.

Sebelumnya UPT PTPH ini lebih dikenal dengan sebutan BPTPH (Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura) yang berkedudukan di bawah institusi pusat, tetapi sekarang sudah berubah menjadi UPT milik Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan pada Peraturan Gubernur nomor 61 tahun 2018 tentang nomenklatur, susunan

organisasi, uraian tugas dan fungsi serta tata kerja UPT Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur, tugas UPT ini untuk melaksanakan sebagian tugas Dinas di bidang pengamatan, peramalan, serta penerapan teknik pengendalian organisme pengganggu tumbuhan, ketatausahaan dan pelayanan masyarakat. Berikut struktur organisasi dari UPT PTPH Provinsi Jawa Timur:



Gambar 46. Struktur organisasi PTPH Jawa Timur

Oleh karena di Jawa Timur terdapat 38 Kabupaten dan Kota maka UPT ini memiliki 7 wilayah kerja yang tersebar di beberapa Kabupaten dan Kota, seperti wilayah kerja Madiun, Bojonegoro, Tulungagung, Mojokerto, Pasuruan, Jember, dan Pamekasan. Di seluruh wilayah kerja tersebut juga difasilitasi dengan laboratorium pengujian pupuk dan pestisida yang sudah terakreditasi ISO untuk mengetahui residu pestisida. Selain itu, ada juga laboratorium untuk pengujian agens hayati serta klinik yang disediakan untuk masyarakat umum yang ingin berkonsultasi. Hampir seluruh staf di UPT ini merupakan pegawai

fungsional yang bertugas sebagai perpanjangan tangan UPT di kabupaten atau sebagai koordinator kabupaten dan kota. Untuk petugas POPT memang seharusnya mengikuti SK Kementan, yakni 1 petugas untuk 1 kecamatan. Namun demikian, jumlah total kecamatan di Jawa Timur adalah sebanyak 664 kecamatan, tetapi petugas POPT yang dimiliki hanyalah 443 orang, 88 di antaranya adalah THL. Sebagai akibatnya, satu petugas POPT dapat merangkap kerja sampai 3 kecamatan.

Peran strategis UPT Proteksi PTH Jawa Timur adalah sebagai ujung tombak dalam perlindungan tanaman, baik tanaman pangan maupun tanaman hortikultura yang diakibatkan oleh gangguan OPT maupun dampak perubahan iklim dengan penerapan teknologi ramah lingkungan atau sistem PHT. Jadi, memang visi dan misi dari UPT Proteksi PTH Jawa Timur ini untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan dengan sistem PHT. Peran strategis yang selanjutnya adalah dalam penyediaan data sebagai *Early Warning System* (EWS) di bidang proteksi tanaman sebagai dasar pengambilan kebijakan dalam pengamanan produksi. Rekomendasi-rekomendasi teknis yang disampaikan oleh UPT diambil berdasarkan data sebagai EWS. Peran yang ketiga adalah sebagai institusi pelayanan publik yang memberikan konsultasi kepada petani, menguji kualitas mutu dan residu pupuk, pestisida, agen hayati, serta sebagai tempat magang mahasiswa atau pelajar. Peran UPT lainnya adalah menyediakan data dampak perubahan iklim (DPI), baik itu banjir maupun kekeringan, sebagai landasan dasar bagi POPT untuk memberikan rekomendasi ketika dibutuhkan untuk pencairan AUP (Asuransi Usaha Tani Padi).

UPT Proteksi PTH Jawa Timur ini berfokus kepada pelayanan masyarakat. Bentuk layanan yang diberikan berupa pengamatan, peramalan OPT, pengendalian OPT dan penanganan DPI, pelayanan masyarakat, serta penyebaran informasi atau publikasi. Pelayanan berupa pengamatan ini dilakukan untuk mengamati OPT dan DPI, *surveillance*, serta dinamika populasi OPT. Tidak hanya itu, UPT juga menerapkan pengendalian yang ramah lingkungan untuk pengelolaan agroekosistem.

Bentuk pelayanan yang lainnya adalah dengan melakukan pengendalian OPT dan penanganan DPI, yaitu melalui gerdal OPT serta penerapan dampak perubahan iklim dengan upaya antisipasi, adaptasi, dan mitigasi. Selain itu, UPT juga melakukan pengembangan agens hayati atau pestisida nabati serta memberikan rekomendasi pengendalian OPT. UPT juga memberikan bantuan pestisida kepada kabupaten yang membutuhkan.

Berikutnya, UPT Proteksi PTH Jawa Timur memberikan pelayanan lainnya berupa peramalan OPT. Ini merupakan bentuk dari EWS yang disampaikan kepada seluruh kabupaten se-Jawa Timur di awal musim tanam untuk menjadi kewaspadaan bagi kabupaten. UPT juga melakukan pemetaan sebaran OPT.

Di samping itu semua, UPT dengan senang hati dan terbuka selalu memberikan pelayanan kepada masyarakat. Bentuk layanan masyarakat ini beragam, misalnya dengan melakukan bimbingan teknis bagi para petani. Tujuan dari pelayanan ini untuk membentuk petani pengamat. Layanan masyarakat lainnya yang diberikan adalah dengan memberikan bimbingan Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH) yang sekarang tengah dikembangkan oleh lingkungan tanaman pangan. Layanan masyarakat lainnya dengan memberikan pembinaan regu pengendali hama serta pengujian mutu dan residu.

UPT Proteksi PTH Jawa Timur juga memberikan pelayanan berupa penyebaran informasi atau publikasi. UPT ini sudah memiliki *website* dan sosial media, seperti Facebook dan Instagram yang biasanya digunakan untuk menyebarkan informasi kepada publik ataupun untuk sarana publikasi. Bentuk layanan berupa penyebaran informasi lainnya adalah dengan membantu Menyusun *Pest List*. Kategori informasi pelayanan publik yang biasa diberikan kepada masyarakat melalui *website* atau sosial media adalah:

- Keadaan serangan OPT
- Laporan petak tetap
- DPI (kekeringan dan banjir)
- Kerusakan tanaman akibat gangguan fisiologis
- Luas tambah dan keadaan tanaman
- Distribusi pestisida
- Stok pestisida
- Curah hujan
- Laporan peringatan dini
- Penyebaran varietas
- Produksi agen hayati
- Kelembagaan (PPAH, RPH)

Berdasarkan laporan kinerja pada tahun 2020, persentase kehilangan hasil akibat serangan OPT pada pertanian di Jawa Timur ini ditargetkan pada prosentase 2,75%, tetapi berdasarkan temuan di lapangan ternyata besaran serangannya lebih sedikit dari target, yakni ada di angka 1,52%. Ini berarti serangan OPT di Jawa Timur masih

aman. Beberapa faktor pendorong yang memengaruhi kesuksesan ini berasal dari dukungan dari pemangku kebijakan, pelaksanaan *early warning system*, *surveillance*, pelaksanaan *spot stop*, MTS, PPHT, PPDPI, Gerakan pengendalian, serta klinik tanaman. Sumber pendanaan pada kinerja di tahun 2020 ini berasal dari anggaran APBD Provinsi Jawa Timur dan anggaran APBN. UPT juga mendapatkan banyak dukungan yang memengaruhi keberhasilan ini, yakni dari dukungan SDM POPT, dukungan kelembagaan Perlintah, dukungan APBD dari Kabupaten, serta swadaya petani. Permasalahan yang dihadapi selama kinerja 2020 berupa DPI, rusaknya agroekosistem, pola tanam tidak serentak (padi-padi-padi), perubahan pola perilaku petani yang berorientasi pada pestisida, degradasi lahan, dan keterbatasan SDM petugas POPT-PHP.

Di tahun 2021, target kinerja UPT Proteksi PTH Jawa Timur dijalankan dengan indikator prosentase penurunan potensi kehilangan hasil akibat serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dan DPI. Tingkat kehilangan hasil tanaman pangan adalah sebesar 2,5% dari serangan OPT dan 2,5% dari DPI, sedangkan untuk tanaman hortikultura adalah sebesar 5% dari serangan OPT dan 5% dari DPI. Untuk perhitungan pada tanaman pangan diambil dari luas puso, sedangkan untuk tanaman hortikultura diambil dari luas serangan.

Permasalahan yang sering muncul di Jawa Timur mungkin ditemukan juga di daerah lain. Permasalahan pertama adalah petani dalam menggunakan pupuk ini masih belum sesuai dengan rekomendasi, bahkan penggunaan unsur N-nya ini cenderung berlebihan. Permasalahan lainnya muncul akibat penggunaan pestisida yang belum sesuai dengan 6-Tepat. Kondisi iklim mikro yang cepat berubah juga menyebabkan lingkungan mendukung terhadap perkembangan OPT, terutama tikus dan WBC yang meningkat. Permasalahan lainnya

adalah siklus hidup dan pengaruh lingkungan terhadap OPT yang masih kurang dipahami oleh petani. Petani juga perlu lebih mengamati OPT yang muncul saat persemaian karena ini sangat diperlukan dan dapat memicu terjadinya serangan. Permasalahan lain yang perlu juga diperhatikan adalah keterbatasan SDM, baik SDM dari tim UPT maupun petani di lapangan. Banyak sekali petani di lapangan yang belum memahami pentingnya pengamatan. Keterbatasan sarana dan prasarana serta anggaran operasional yang tersedia juga menjadi kendala yang perlu diperhatikan.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang ada di lapangan, kebijakan-kebijakan yang dijalankan selama ini terkait perlindungan tanaman pangan dan hortikultura adalah:

- Pengendalian OPT dilakukan dengan sistem PHT
- Memprioritaskan teknologi ramah lingkungan melalui pendekatan pengelolaan agroekosistem dan spesifik lokasi
- Penggunaan pestisida kimia sintetis merupakan cara terakhir untuk pengendalian OPT dan harus digunakan secara bijaksana berdasarkan hasil pengamatan
- Sasaran pengamanan produksi adalah produksi tinggi, OPT/DPI terkendali, produk berkualitas, pendapatan petani meningkat, serta lingkungan lestari
- Program utama perlindungan tanaman pangan dan hortikultura yang selama ini dijalankan di Jawa Timur adalah:
 - Penguatan pengamatan
 - Penguatan SDM

- Penguatan sarana pengendalian OPT/DPI
- Penguatan data dan kelembagaan
- Penguatan penerapan teknologi pengendalian OPT/DPI

UPT Proteksi PTH Jawa Timur sejauh ini sudah mengimplementasikan beberapa strategi dalam pengamatan produksi dan serangan OPT, yakni dengan melaksanakan Gerakan pengamatan OPT pra-tanam, pengamatan dan pengendalian dini, serta optimalisasi kegiatan perlindungan tanaman pangan pusat dan daerah.

Gerakan pengendalian OPT yang telah dilaksanakan meliputi eradika sumber serangan, pengembalian Jerami ke dalam tanah, pengolahan tanah sempurna, penggunaan pupuk organik dan APH, gropyokan tikus, perlakuan benih (*seed treatment*), dan penanganan refugia. Kegiatan gropyokan, perlakuan benih, dan penanganan refugia ini dilakukan untuk mengendalikan serangan hama tikus serta untuk konservasi musuh alami OPT.

Pada strategi pengamatan dan pengendalian dini, beberapa strategi yang telah dilaksanakan antara lain:

- Pengamatan secara berkala oleh POPT (petak tetap dan keliling)
- *Surveillance*
- Gerakan pengendalian OPT oleh petani
- Utamakan pestisida nabati dan agens pengendalian hayati dalam mengendalikan OPT
- Apabila serangan OPT di atas ambang pengendalian, gunakan pestisida kimia secara tepat
- Konservasi musuh alami

Strategi pengamatan dan pengendalian dini ini dilakukan secara berkala oleh petugas POPT. *Surveillance* juga dilakukan baik oleh POPT yang bertugas di wilayah kerja, maupun dari UPT sendiri. Petani juga dibekali pengetahuan dan dibimbing secara teknis agar dapat secara mandiri melakukan gerakan pengendalian OPT. Selain itu, para petani juga diberi penguatan agar lebih mendahulukan penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan OPT yang masih berada di bawah ambang batas.

Petugas POPT maupun UPT sangat berupaya untuk melakukan optimalisasi perlindungan tanaman pangan, baik dari pusat maupun daerah dengan dukungan APBD untuk kegiatan manajemen tanaman sehat. Kegiatan ini hampir sama dengan budidaya tanaman sehat, tetapi kegiatannya lebih ditambahkan untuk kegiatan peningkatan kelembagaan. Kemudian ada juga kegiatan penerapan PHT dan gerdal OPT. Pemberian bantuan juga dilakukan seperti pemberian bantuan rubuha dari pemerintah pusat yang cukup banyak serta pemberian bantuan pestisida. UPT juga mendapatkan bantuan lainnya dari pemerintah pusat dengan memfasilitasi pemberdayaan petani dalam pemasyarakatan PHT. Dengan adanya kegiatan tersebut, baik petugas POPT maupun petani binaan semakin termotivasi untuk berinovasi. Beberapa dokumentasi kegiatan manajemen tanaman sehat dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 47. Kegiatan manajemen tanaman sehat

Pada kegiatan tersebut UPT memberikan pelatihan kepada petani binaan dan kelompok tani untuk pengamatan serta cara pembuatan pestisida nabati. pada kegiatan tersebut, petugas juga melakukan konservasi musuh alami dengan penanaman refugia.

Di lain pihak, strategi-strategi dalam pengamanan produksi dari DPI (banjir/kekeringan) antara lain:

- Penyebarluasan informasi prakiraan iklim dari BMKG kepada petani
- Normalisasi saluran irigasi, pembuatan saluran pembuangan atau pengaliran air, sumur suntik, penampungan air (panen air), sumur resapan/biopori, pompa air, dan operasionalnya
- Budidaya tanaman sehat yang baik sesuai iklim dan kondisi setempat
- Optimalisasi bantuan pompa air dan selang
- *Monitoring* dan evaluasi rutin perkembangan luas terkena banjir atau kekeringan
- Untuk pertanaman yang puso, segera mengajukan bantuan benih

Beberapa strategi tersebut dilakukan dengan bantuan dari pemerintah pusat. Dinas pertanian provinsi juga memberikan bantuan berupa benih untuk pertanian yang mengalami puso. UPT juga mendorong petani untuk mendaftar asuransi untuk mengantisipasi adanya puso.

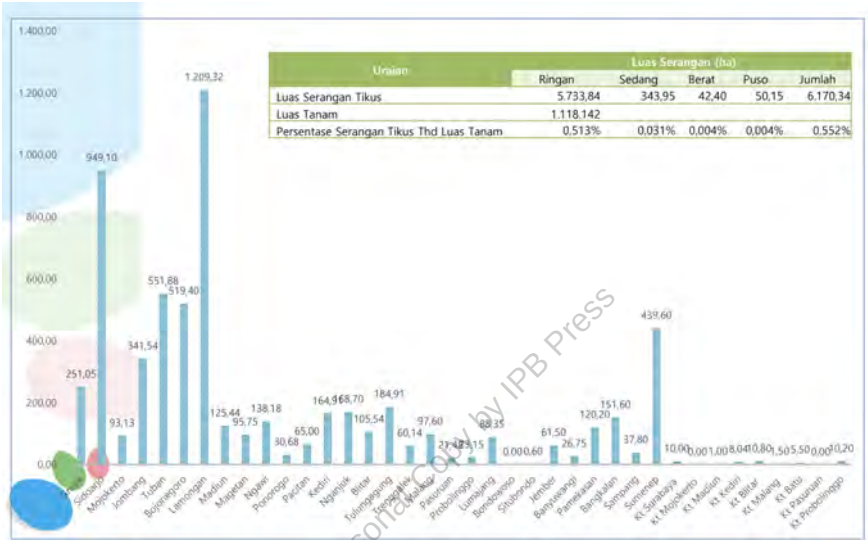
Kegiatan utama yang dilakukan oleh UPT Proteksi PTH Jawa Barat meliputi kegiatan pengamatan, pengendalian OPT dan penanganan DPI, penyebaran informasi atau publikasi, peramalan OPT, pengembangan SDM, dan pelayanan masyarakat. Luas serangan OPT utama padi pada tahun 2021 di Jawa Timur (periode Januari sampai dengan Juni 2021) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. Luas serangan OPT padi di Jawa Timur

OPT	Luas Serangan (Ha)					
	Ringan	Sedang	Berat	Puso	Jumlah	%
Tikus	5.733,84	343,95	42,40	50,15	6.170,34	0,55
Penggerek Batang Padi	3.239,11	227,15	12,60	6,20	3.485,06	0,31
WBC	2.340,76	131,78	8,33	0,30	2.481,17	0,22
Bakteri hawar daun	4.587,11	1.097,43	52,95	0,00	5.737,49	0,51
Tungro	78,59	83,40	16,55	0,00	178,54	0,02
Blas	1.720,73	184,04	16,76	0,00	1.921,53	0,17
Kerdil rumput	39,85	44,60	10,90	0,00	95,35	0,01
Jumlah	17.739,98	2.112,35	160,49	56,65	20.069,47	1,79

Data di atas menunjukkan keadaan serangan OPT di pertanian Jawa Timur pada periode Januari sampai dengan Juni 2021. Serangan hama yang paling tinggi berasal dari serangan hama tikus (*Rattus argentiventer*), persentasenya mencapai 0,5% dibandingkan dengan serangan hama lainnya. Selanjutnya serangan hama lainnya yang ditemukan berasal dari penggerek batang padi (*Scirpophaga/Tryporyza innotata*), wereng batang coklat (WBC/*Nilaparvata lugens Stal*), bakteri hawar daun (*Xanthomonas*

campestris pv. *Oryzae*), tungro, blas (*Pyricularia oryzae*), dan kerdil rumput. Untuk sebaran luas serangan tikus per kabupaten dapat dilihat pada gambar di bawah ini!



Gambar 48. Data luas serangan tikus per-kabupaten di Jawa Timur

Berdasarkan data sebaran serangan tikus per-kabupaten di Jawa Timur, serangan yang tertinggi terjadi di Kabupaten Lamongan dengan angka mencapai 1.209,32 hektare. Berikutnya diikuti oleh Kabupaten Sidoarjo dengan angka luas serangan mencapai 949,10 hektare. Kabupaten yang relatif aman dari serangan hama tikus adalah Kabupaten Bondowoso, Situbondo, Mojokerto, Madiun, Malang, dan Pasuruan. Biasanya petugas-petugas di lokasi tersebut sudah mempunyai strategi tersendiri untuk dapat mengendalikan serangan hama OPT tersebut. Perkiraan daerah sebar serangan tikus di Jawa Timur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Prakiraan daerah sebar serangan tikus

No.	Kabupaten/Kota	Tikus
1	Gresik	Sporadis
2	Sidoarjo	Sporadis
3	Mojokerto	Potensial
4	Jombang	Sporadis
5	Tuban	Sporadis
6	Bojonegoro	Sporadis
7	Lamongan	Endemis
8	Madiun	Potensial
9	Magetan	Potensial
10	Ngawi	Potensial
11	Ponorogo	Potensial
12	Pacitan	Potensial
13	Kediri	Potensial
14	Nganjuk	Potensial
15	Blitar	Potensial
16	Tulungagung	Potensial
17	Trenggalek	Potensial
18	Malang	Sporadis
19	Pasuruan	Sporadis
20	Probolinggo	Potensial
21	Lumajang	Sporadis
22	Bondowoso	Potensial
23	Situbondo	Potensial
24	Jember	Potensial
25	Banyuwangi	Sporadis
26	Pamekasan	Potensial
27	Bangkalan	Potensial
28	Sampang	Potensial
29	Sumenep	Potensial
30	Kota Surabaya	Potensial
31	Kota Mojokerto	Potensial
32	Kota Madiun	Potensial
33	Kota Kediri	Potensial
34	Kota Blitar	Potensial

Tabel 12. Prakiraan daerah sebar serangan tikus (lanjutan)

No.	Kabupaten/Kota	Tikus
35	Kota Malang	Potensial
36	Kota Batu	Potensial
37	Kota Pasuruan	Aman
38	Kota Probolinggo	Potensial

Data tersebut merupakan prakiraan daerah sebar serangan tikus di Jawa Timur, khususnya pada musim kemarau 2021. Hanya Kabupaten Lamongan saja yang masuk ke dalam prakiraan daerah endemis, sedangkan daerah diperkirakan akan aman dari serangan hama tikus adalah Kota Pasuruan saja.

Author's Personal Copy by IPB Press

Tabel 13. Luas pengendalian OPT tikus di Jawa Timur

No	Kabupaten/ Kota	Luas Pengendalian (Ha)				
		Pestisida		Eradikasi	Cara lain	Jumlah
		Kimia	Hayati			
1	Gresik	1041,25	0,00	0,00	2100,20	3141,45
2	Sidoarjo	5137,00	0,00	0,00	165,00	5302,00
3	Mojokerto	1198,38	0,00	0,00	29,50	1227,88
4	Jombang	2731,82	0,00	0,00	399,50	3131,32
5	Tuban	1888,00	0,00	0,00	10,00	1898,00
6	Bojonegoro	1415,00	0,00	50,00	780,00	2245,00
7	Lamongan	2525,65	0,00	0,00	458,85	2984,50
8	Madiun	614,45	0,00	0,00	895,70	1510,15
9	Magetan	440,40	0,00	0,00	269,00	709,40
10	Ngawi	1953,45	343,00	0,00	614,17	2910,62
11	Ponorogo	108,68	0,00	0,00	482,50	591,18
12	Pacitan	149,50	0,00	0,00	0,00	149,50
13	Kediri	312,28	11,00	7,26	0,75	331,29
14	Nganjuk	624,87	17,80	6,00	288,00	936,67
15	Blitar	1120,75	2,80	3,42	2147,12	3274,09
16	Tulungagung	1310,81	11,00	18,00	511,00	1850,81
17	Trenggalek	63,83	2,00	0,00	25,20	91,03
18	Malang	842,30	2,00	0,20	33,00	877,50
19	Pasuruan	266,15	0,00	1,45	90,00	357,60
20	Probolinggo	34,80	0,00	0,00	6,00	40,80
21	Lumajang	279,20	92,30	0,00	129,00	500,50
22	Bondowoso	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60
23	Situbondo	34,80	0,30	0,00	0,00	35,10
24	Jember	46,10	0,00	1,00	83,65	130,75
25	Banyuwangi	32,55	0,00	1,00	10,30	43,85
26	Pamekasan	115,00	0,00	0,00	0,00	115,00
27	Bangkalan	157,80	0,00	0,00	8,00	165,80
28	Sampang	28,80	0,00	0,00	0,00	28,80
29	Sumenep	47,50	0,00	0,00	0,00	47,50
30	Kt Surabaya	127,50	0,00	0,00	0,00	127,50
31	Kt Mojokerto	42,00	0,00	0,00	0,00	42,00
32	Kt Madiun	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00
33	Kt Kediri	49,73	0,00	0,00	14,13	63,86
34	Kt Blitar	72,72	0,00	0,00	0,00	72,72
35	Kt Malang	4,00	0,00	0,00	0,00	4,00
36	Kt Batu	9,00	0,00	0,00	8,00	17,00
37	Kt Pasuruan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	Kt Probolinggo	11,70	0,00	0,00	6,00	17,70
Jumlah		24.839,77	482,20	88,33	9.565,17	34.975,47
Luas Terserang		6170,34	6170,34	6170,34	6170,34	6170,34
Persentase Pengendalian terhadap Luas Terserang		402,57%	7,81%	1,43%	155,02%	566,83%
Luas Tanam		1.118.142	1.118.142	1.118.142	1.118.142	1.118.142
Persentase Pengendaian terhadap Luas Tanam		0,0005%	0,0000%	0,0000%	0,0001%	0,0005%

Tabel di atas merupakan data strategi pengendalian serangan hama tikus yang dilakukan di seluruh kabupaten dan kota di Jawa Timur beserta luas daerah pengendaliannya. Penangan hama tikus tersebut ditanggulangi dengan menggunakan pestisida hayati, pestisida kimia, eradikasi, dan cara lainnya. Data menunjukkan bahwa pestisida kimia masih banyak digunakan di beberapa tempat.



Gambar 49. Strategi pengendalian tikus di Jawa Timur

Oleh karena banyaknya serangan hama tikus yang terjadi di Jawa Timur, beberapa langkah strategis dilakukan untuk menekan serangan hama tersebut seperti yang terlihat pada gambar. Beberapa inovasi dan kreativitas yang telah dilakukan oleh petugas POPT untuk mengendalikan hama tikus di Jawa Timur antara lain dengan menggunakan Ferinsa, Pertalite, pipa bumbung, pemanfaatan mina padi dengan ikan lele, burung hantu, sianida tikus, dan bediler.

Ferinsa merupakan pestisida nabati yang terbuat dari urin sapi. Ferinsa ini digunakan sebagai pestisida dalam pengendalian tikus di Kabupaten Gresik. Ferinsa mengandung bahan repelen pengusir tikus dan bermanfaat untuk menyuburkan tanah. Formulasi pembuatan

pestisida ini adalah dari urin sapi, empon-empon, probiotik, dan bahan tambahan. Dosis penggunaannya adalah 250 mL per 10 liter air. Beberapa manfaat dari ferinsa ini adalah:

- untuk mengusir tikus
- mengurai bahan organik sehingga siap dikonsumsi tanaman
- meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah
- membantu mengendalikan serangan patogen tanaman

Selain Ferinsa, Peralite juga dapat digunakan untuk mengusir tikus. Cara pengaplikasiannya bisa dilakukan dengan mengemas peralite dalam botol plastik ukuran 0,5 liter atau menyesuaikan, lalu tutup botol dan beri lubang. Selanjutnya masukkan peralite dengan cara menekan botol kemasan dan mengarahkan semprotan tersebut ke dalam lubang tikus sebanyak 10–20 cc. Cara kerja peralite pada hama tikus adalah:

- uap peralite melemahkan kerja saraf, memengaruhi fungsi jantung, paru dan otak tikus
- paru-paru tikus tidak bisa lagi menghirup jumlah oksigen maksimal karena bercampur dengan uap peralite
- hal ini bisa meningkatkan risiko mati lemas secara tiba-tiba karena perlahan berhenti bernapas.
- Kerja jantung tikus melambat di waktu yang bersamaan hingga akhirnya berhenti

Penerapan cara ini sebaiknya dilakukan pada saat siang hari. Tahapan pengendalian tikus dengan menggunakan pertalite dapat dilihat pada gambar berikut!



Gambar 50. Pengendalian tikus dengan pertalite

Cara lainnya yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tikus adalah dengan membuat sianida tikus. Pembuatan sianida ini dapat dilakukan dengan menggunakan umbi singkong yang dipotong dengan ukuran 2–4 cm dan dibiarkan selama 10 jam. Setelah itu, umbi singkong direbus dengan air kelapa pada perbandingan 1:1, yakni air kelapa 1 liter untuk umbi singkong seberat 1 kg. Lama proses perebusan adalah 30 menit. Untuk pengaplikasiannya dapat dilakukan dengan meletakkan umpan yang sudah siap di kotak umpan. Setiap kotak umpan ini bisa diisi dengan 100 gram umpan. Setelah diisi, kotak umpan diletakkan di titik yang merupakan jalan tikus dan dekat dengan liang aktif tikus. Proses pengumpanan ini lebih efektif sebelum tanaman memasuki fase generatif. Berikut ini gambaran proses pengumpanan dengan sianida tikus!



Gambar 51. Pengendalian tikus dengan sianida tikus

Cara berikutnya dengan menggunakan bumbung tikus. Berikut ini proses penerapan dari metode pengendalian hama tikus dengan bumbung tikus:



Gambar 52. Pengendalian tikus dengan bumbung tikus

Langkah pertama penerapan metode ini dengan melakukan pemilihan bambu. Bambu yang digunakan adalah bambu lama, bukan bambu baru tebang. Bambu dipotong sepanjang 2 meter dan di ujung bambu harus ditutup. Langkah kedua adalah proses pemasangan. Pemasangan dilakukan dengan meletakkan bambu dengan sedikit berjarak dari pematang dengan asumsi bahwa tikus yang masuk tidak akan bisa keluar karena tikus tidak bisa berbelok arah. Langkah ketiga dengan pengambilan hasil tangkap. Langkah ini dilakukan dengan cara mengambil pipa atau batang bambu lalu mengambil tikus yang terkurung di dalam lubang bambu. Tikus yang masuk ke dalam bambu tidak akan bisa keluar dan hal ini biasanya akan mengundang tikus lain untuk masuk.

Rubuha atau rumah burung hantu juga bisa dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif untuk mengendalikan hama tikus. Ukuran rubuha yang ideal adalah panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 50 cm. rubuha didesain sedemikian rupa agar burung hantu betah tinggal di rubuha. Sebaiknya rubuha ini dibuat semi permanen dari papan kayu. Ketinggian tiang penyangga rubuha adalah sekitar 4–5 meter. Lebar dan

tinggi pintu adalah sekitar 10 x 15 cm dengan tinggi dasar pintu dibuat dengan ukuran 7x10 cm. Di dalam rubuha juga disarankan untuk diberi penyekat setinggi 2–3 cm agar telur tidak menggelinding ke segala arah. Pengaplikasian rubuha kurang lebih seperti ini:



Gambar 53. Pengendalian tikus dengan rubuha

Untuk sawah tambah, pengendalian hama tikus dapat dilakukan dengan cara mina padi dengan menggunakan ikan lele. Cara ini akan membuat tikus tidak bisa masuk ke pertanaman. Apabila tikus berani masuk maka dia akan dimangsa oleh ikan lele karena lele termasuk hewan omnivora dan kanibal. Cara pengaplikasiannya adalah dengan membuat kolong di sekitar area pertanaman padi. Ke dalam kolong ini bisa dibuat dengan ukuran sekitar 50 cm. untuk lebar kolong bisa dibuat dengan ukuran 150 cm. Untuk lele yang ditebar di kolong adalah lele jenis besar. Berikut contoh pengaplikasian pengendalian tikus dengan lele!



Gambar 54. Pengendalian tikus dengan lele/mina padi

Alternatif cara terakhir yang bisa dilakukan untuk pengendalian hama tikus adalah dengan menggunakan bediler. Bediler merupakan senapan angin. Cara ini biasanya dilakukan oleh komunitas bediler yang memang sudah mahir menembak dan biasanya perburuan tikus dilakukan pada malam hari.

Tindakan Pencegahan Serangan Tikus melalui Fermentasi Urin Sapi sebagai bahan pengendali (*Repellent*)

Ahmad Zainuri Soche, POPT Penemu Ferinsa

Pencegahan serangan tikus dengan menggunakan fermentasi urin sapi sebagai pengendali, repelen, atau pengusir ini sudah lama dilakukan. Pada tahun 2010, mikroorganisme lokal sudah pernah dikembangkan di sini dengan menggunakan empon-empon. Pada saat itu, fermentasi digunakan untuk mengendalikan penyakit fungi dan dari sini diketahui bahwa ternyata fermentasi tersebut memiliki kemampuan untuk

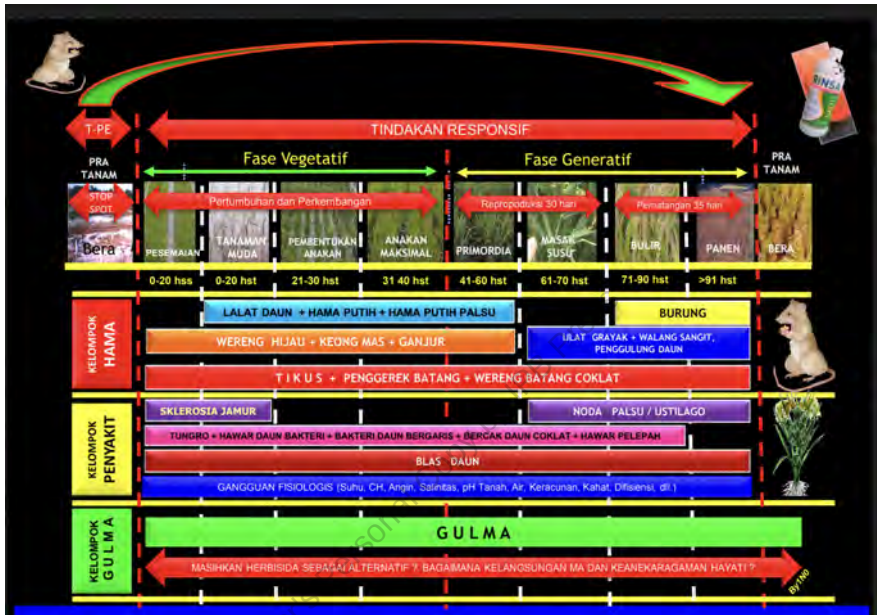
mengendalikan keasaman tanah. Para petani yang mengaplikasikan produk tersebut juga menginformasikan bahwa formulasi tersebut memiliki efek letal.

Para petani di Gresik sangat riskan menggunakan alat setrum untuk mengendalikan hama tikus di area pertanaman. Oleh karena itu, POPT Gresik memberanikan diri untuk membuat Ferinsa Plus ini guna menanggulangi hama tikus tanpa penggunaan setrum yang sangat berbahaya bagi petani. Langkah ini sebenarnya merupakan langkah yang sangat riskan, berlawanan arah dengan langkah yang biasa dilakukan oleh petani karena sebenarnya para petani sendiri juga sudah tidak punya cara lain yang lebih bagus selain dengan menggunakan setrum untuk pengendalian tikus.

Uji coba pengendalian hama tikus ini sebenarnya sudah lama sekali dilakukan. Pada tahun 2014 kami akhirnya mulai mengenal *microbacterial*. Jadi, pengembangan fermentasi urin sapi Ferinsa ini, proses pengembangannya dilakukan dengan menggunakan mikrobakteria. Sebenarnya mikrobakteria ini ada banyak sekali jumlahnya. Ada banyak sekali ragamnya yang bisa dikembangkan oleh petani. Fungsinya bukan hanya sebagai dekomposer atau pemicu saja. Pada proses pembuatannya petani tinggal memilih dekomposer yang sekiranya bagus untuk digunakan.

Ferinsa plus merupakan produk inovasi teknologi pertanian berupa biopestisida yang dikembangkan oleh POPT Gresik dan PPAH Sri Rejeki. Ferinsa merupakan singkatan dari fermentasi urine sapi. PPAH ini merupakan binaan dari POPT yang ada di seluruh Indonesia. POPT membina kelembagaan PPAH yaitu dengan pelayanan atau Pusat

Pelayanan Agen Hayati. Kendala yang sering ditemukan di lapangan adalah sulitnya untuk mengajak petani untuk beralih ke biopestisida, terlebih yang terbuat dari urin sapi.



Gambar 55. Skema OPT, gulma, dan penyakit pada padi

Permasalahan-permasalahan yang sering dihadapi petani padi cukup bervariasi, mulai dari serangan kelompok hama, kelompok penyakit, hingga kelompok gulma. Berdasarkan informasi pada gambar di atas, serangan tikus ini dimulai sejak masa awal tanam sampai masa panen. Selama ada tanaman di persawahan, hama tikus ini tidak akan pernah berhenti menyerang. Namun demikian, banyak petani yang belum memahami karakter biologis tikus. Mereka beranggapan bahwa cara pengendalian hama tikus yang paling baik dengan mematikan hama tersebut. Di sisi lain, penanganan hama tikus ini harus dilakukan dengan bijak, mengikuti prinsip-prinsip PHT.

Petugas POPT sudah pernah menguji sendiri di sawah milik pribadi untuk mengendalikan hama tikus tanpa membunuh, sampai akhirnya sebanyak 50% hasil panen hilang karena diserang hama tikus. Bagaimanapun juga, pengendalian hama tikus yang bijaksana adalah dengan mengembalikan ekosistem alam seperti zaman dahulu. Tikus dikendalikan, tetapi tidak dibunuh.

Menurut karakter biologisnya, tikus merupakan kategori hewan nokturnal, yakni dia akan aktif mencari makanan di malam hari. Oleh karena itu, penggunaan Ferinsa ini disarankan untuk diaplikasikan pada sore atau malam hari. Selain itu, tikus juga merupakan hewan yang selalu menjaga wilayah kekuasaannya (territorial). Misalnya, ketika satu kelompok tikus sudah memiliki satu wilayah kekuasaan maka kelompok itu tidak akan menerobos ke wilayah lain.

Indera penciuman tikus berperan untuk mendeteksi jenis makanan, genitalia tikus betina, dan jejak pergerakan tikus sehingga tikus mampu mengetahui batas-batas teritorialnya. Selanjutnya, cara komunikasi tikus sawah dengan tikus yang lain adalah dengan suaranya dan secara kimiawi dia menggunakan air seni serta feromon. Air seni tikus ini juga berfungsi sebagai penanda wilayah, pembawa pesan sosial, dan indikator tingkat birahi tikus. Tikus juga merupakan jenis hewan Neophobia karena itu dia akan mudah curiga pada setiap benda baru dan cenderung menghindar. Ferinsa ini bisa digunakan untuk mengacaukan atau mengelabui mereka pada wilayah dari tikus itu sendiri agar mereka menyingkir. Kalau Ferinsa ini disemprotkan selama 2 minggu di tanaman, tanaman tersebut akan mengandung antioksidan. Jika antioksidan dalam tanaman padi dikonsumsi oleh hama maka hama tersebut akan melemah, malas untuk

makan, dan akhirnya akan mati dengan sendirinya. Hal ini juga berlaku pada hama tikus sawah yang memiliki habitat asli di lahan berumput atau bersemak.

Kebutuhan makan tikus sawah sebenarnya hanya sekitar 10–15% dari bobot tikus itu sendiri. Hanya saja, tikus sawah ini memiliki kebiasaan suka mengerat yang akan menyebabkan kerusakan pada tanaman budidaya hingga mencapai 5 kali lipat dari kebutuhan makan tikus. Kalau ini dibiarkan maka petani akan mengalami kerugian yang cukup signifikan, bahkan bisa saja terjadi puso atau gagal panen akibat serangan dari hama tikus ini.

Dari berbagai macam cara pengendalian hama tikus, Ferinsa Plus adalah salah satu yang bisa digunakan oleh para petani untuk mengendalikan hama tikus. Penggunaan Ferinsa ini juga tidak akan menimbulkan residu pada produk pertanian yang dipanen nantinya.

Berikut ini merupakan *update* data LTS OPT tikus di Kabupaten Gresik!



Gambar 56. Luas tambah serangan tikus

Terlihat pada grafik di atas bahwa luas tambah serangan hama tikus sawah di wilayah Kabupaten Gresik ini cukup fluktuatif. Kenaikan serangan yang cukup signifikan terjadi pada tahun 2014, tahun 2019, dan tahun 2020. Meskipun demikian, terlihat bahwa serangan hama tikus ini sudah menurun kembali pada tahun 2021.

Berdasarkan informasi yang diberikan oleh para petani di Desa Sidokumpul, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, sudah 4 tahun ke belakang ini budidaya tanaman, terutama tanaman padi, terserang hama tikus. Serangan ini menyebabkan kerugian berupa penurunan produksi hingga 75% pada taraf produksi seharusnya. Faktanya, 20% saja kerusakan yang terjadi di lahan persawahan petani sudah sangat merugikan bagi petani. Permasalahan lainnya yang dihadapi petani adalah waktu tanam yang tidak seragam, sedangkan siklus hidup terus berlanjut. Permasalahan lainnya karena topografi daerah pertanaman yang terhimpit antara perkampungan dan sungai serta rendahnya pengetahuan petani dalam pemahaman karakter biologi tikus. Vegetasi sekitar lahan pertanaman juga sangat beragam, seperti tanaman pisang, bambu, dan tanaman tahunan. Pengendalian serangan hama OPT dilakukan secara individual (cara dan jenis bahan pengendalian).

Pengendalian yang dilaksanakan di Kecamatan Bungah dan Kabupaten Gresik pada umumnya dengan:

- Memasang Rubuha
- Pelepasan musuh alami tikus, seperti ular
- Gropyokan
- Bongkar galengan
- Umpan beracun

- Air urea
- Air merica
- Bahan pewangi (kapur barus dan sejenisnya)
- Jebakan setrum (dampak adanya korban jiwa)

Banyak petani yang sudah merasa lelah dalam menangani hama tikus. Berbagai cara sudah dilakukan, termasuk dengan penggunaan alat setrum yang sebenarnya sudah dilarang secara hukum karena membahayakan jiwa. Selain itu, para petugas di lapangan juga akan mengalami kebingungan jika petani mengalami gagal panen atau mengalami puso karena serangan hama. Oleh karena itu, para petani bersama-sama dengan POPT Kabupaten Gresik mulai mengembangkan Ferinsa ini. Ferinsa ini dibuat dengan menggunakan fermentasi terhadap urine sapi dengan menggunakan mikroba-mikroba yang bagus dengan tujuan untuk meningkatkan kebermanfaatan urine sapi. Pemakaian Ferinsa ini tidak hanya bermanfaat untuk mengusir hama, tetapi Ferinsa juga memiliki kelebihan lainnya, seperti mempercepat daya tumbuh tanaman.

Produksi dan penggunaan Ferinsa Plus ini dilatarbelakangi oleh beberapa hal, seperti:

- Petani mudah mereplikasi pembuatan dengan tingkat kerumitan rendah
- Biaya murah dan memberikan dampak luas serta *massive*
- Pemanfaatan bahan limbah urine sapi
- Memberikan manfaat multifungsi (pengendali tikus, penyubur tanaman, anti fungal)

- *Biodegradable*, tidak perlu *maintenance* dan menunjang kesehatan pangan
- Tidak membahayakan nyawa manusia dan mudah diaplikasi

Produk ini memiliki banyak manfaat yang bisa diperoleh dalam satu kali pengaplikasiannya. Ferinsa tidak hanya berfungsi sebagai penghalau dan pengusir kehadiran tikus, tetapi dia juga berfungsi untuk menyuburkan dan menyehatkan tanaman budidaya.

Sejarah lahirnya Ferinsa Plus ini berasal dari PPAH Sri Rejeki, Desa Sidokumpul, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik. PPAH Sri Rejeki ini beranggotakan sekitar 110 petani dengan cakupan luas lahan persawahan sebanyak 115 hektare dan lahan tegal seluas 44 hektare. Ada beberapa inovasi pertanian yang sudah dihasilkan oleh PPAH Sri Rejeki ini, seperti *Paenibacillus polymyxa*, pupuk organik, PGPR, pestisida nabati, dan Ferinsa Plus. Desa Sidokumpul ini kemudian menjadi lokasi kaji terap dari Ferinsa Plus.

Teknik pembuatan Ferinsa Plus ini sangat mudah sekali. Bahan utama yang diperlukan adalah urin sapi. Bahan penyerta yang diperlukan adalah molase, susu *creamers*, terasi tanpa pengawet, empon-empon, dan starter probiotik. Adapun cara membuatnya antara lain dengan tahapan sebagai berikut:

- Bahan penyerta empon-empon diblender hingga halus
- Hasil blender empon-empon ditambahkan dengan bahan penyerta molase, susu *creamers*, terasi tanpa pengawet, dan starter probiotik. Kemudian ditambahkan lagi dengan bahan utama, yakni urin sapi dan dimasukkan dalam wadah yang mencukupi dan kuat, misalnya *drum plastic*

- Tutup drum plastik tersebut, pasang aerator besar dan fermentasi selama 21 hari
- Saring dengan hasil tanpa bahan padatan, setelah selesai maka Ferinsa Plus siap untuk diaplikasikan

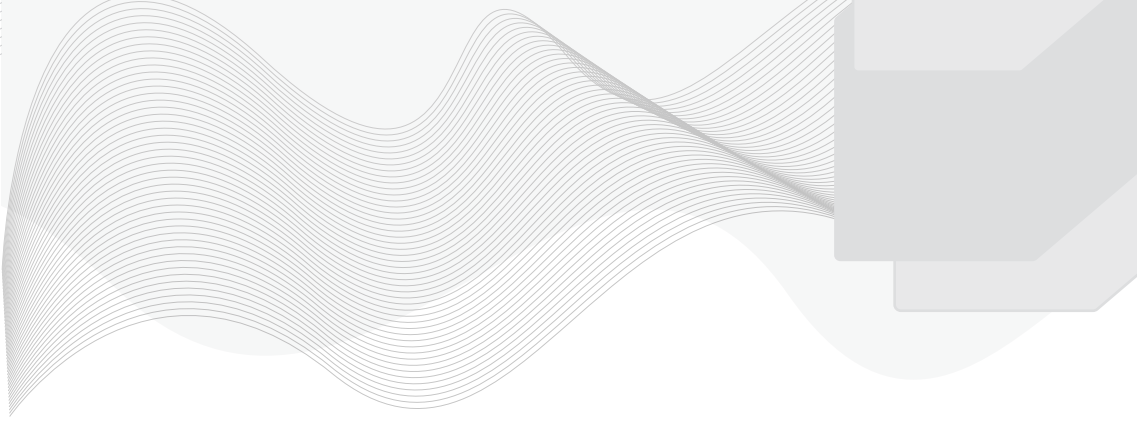
Cara penggunaan Ferinsa Plus ini relatif mudah. Langkah pertama bisa dengan mencampurkan 25 cc Ferinsa Plus ke dalam 1 liter air bersih. Setelah tercampur rata, larutan bisa langsung diaplikasikan pada seluruh bagian tanaman, terutama pada tempat yang diduga sebagai jalan dan atau sarang tikus. Waktu aplikasi yang paling baik dari Ferinsa Plus ini adalah di pagi hari atau sore hari. Interval pengaplikasian Ferinsa Plus ini pada tanaman maksimal 14 hari sebanyak 4–6 kali. Cara kerja Ferinsa Plus, yaitu:

- Tikus menandai wilayah kekuasaan secara biokimia dengan urin dan mengandalkan indera penciuman untuk mendeteksi wilayahnya.
- Aplikasikan Ferinsa Plus secara *massive* pada areal lahan budidaya
- Setelah diaplikasikan, tikus akan mengalami kegagalan mendeteksi wilayah kekuasaan akibat aktivitas biokimia dari aplikasi Ferinsa Plus.

Tikus mengalami kegagalan mendeteksi wilayah kekuasaannya karena Ferinsa Plus menghasilkan gas atau uap biokimia urin sapi. Aktivitas probiotik ini mendegradasi bau urin tikus.

Data hasil penggunaan Ferinsa Plus di Desa Sidokumpul menunjukkan bahwa sebelum diaplikasikan, luas serangan hama tikus mencapai 10% dari luas lahan dan hasil panen sekitar 2,5 ton per 6.000 meter persegi. Sementara itu, setelah diaplikasikan, serangan berkurang menjadi 0,5% dari luas tanah dan hasil panen mencapai 3,4 ton per 6.000 meter persegi. Hal ini membuktikan bahwa Ferinsa Plus cukup efektif dan efisien untuk digunakan sebagai pestisida nabati pengendali hama tikus.

Author's Personal Copy by IPB Press



BAB 5.

Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Padi di Provinsi Jambi

Pemaparan Narasumber Webinar Bimbingan Teknis
dan Sosialisasi ProPaktani Episode 531

Program PHT di Provinsi Jambi

Jaja Kardia - Kepala UPTD-BPTPH Provinsi Jambi

Program pengendalian hama terpadu di Provinsi Jambi dilatarbelakangi oleh adanya dampak negatif dari penggunaan pestisida kimiawi yang semakin lama semakin mencemari lingkungan. Harga pupuk kimia yang cukup mahal tentunya juga akan menambah beban biaya produksi petani, sedangkan jerami yang ada di lahan persawahan masih bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos.

Program PHT di Provinsi Jambi ini merupakan bagian dari program Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura untuk memasyarakatkan pengendalian OPT ramah lingkungan, baik

pada tanaman pangan maupun pada tanaman hortikultura. Program ini disusun untuk mendukung program Dinas TPHP dalam pengamanan produksi tanaman padi, jagung kedelai, kacang tanah, serta pembinaan untuk Kawasan kampung-kampung hortikultura. Program ini juga merupakan program pemberdayaan petani agar dapat memproduksi dan menggunakan pengendali OPT ramah lingkungan.

Program PHT di Provinsi Jambi menggunakan sumber dana yang berasal dari APBN dan APBD Provinsi Jambi. Adapun program-program yang sudah dilaksanakan dengan menggunakan dana APBN dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 14. Program PHT di Provinsi Jambi dari dana APBN

Nama Kegiatan	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PPHT Padi	10 KT/ 250 ha	21 KT/ 525 ha	5 KT/ 125 ha	1 KT/ 25 ha	2 KT/ 50 ha	2 KT/ 50 ha	0
PPHT Jagung	0	0	1 KT/ 15 ha	1 KT/ 15 ha	1 KT/ 15 ha	0	0
PPHT Kedelai	0	0	2 KT/ 20 ha	1 KT/ 10 ha	1 KT/ 5 ha	2 KT/ 10 ha	0
PPHT Horti	0	0	0	0	3 KT/ 3 ha	3 KT/ 4 ha	4 KT/ 4 ha
Klinik PHT Horti	0	0	0	0	3 KT	4 KT	4 KT
PPAH	0	0	0	0	1 KT	1 KT	0
Rumah Burung Hantu	0	0	0	0	5 KT/ 125 ha	2 KT/ 50 ha	0
Pemberdayaan Petani PHT (P4)	0	0	0	0	0	0	4 KT/ 100 ha
Dem Area BTS Padi	0	0	10 KT/ 400 ha	0	0	0	39 KT/ 1640 ha

Program pertama yang dilaksanakan dengan dana APBN adalah PPHT tanaman padi yang mulai dilaksanakan sejak tahun 2016 hingga 2021. Pada tahun 2018, program-program lain juga dilaksanakan di Jambi, seperti PPHT tanaman jagung, PPHT tanaman kedelai, dan dem area BTS (Budidaya Tanaman Sehat) padi. Program-program tambahan lainnya juga dijalankan di tahun 2019 dan 2020, seperti program PPHT tanaman hortikultura, pengadaan klinik PHT untuk tanaman hortikultura, PPAH, dan pembuatan rumah burung hantu. Pada tahun 2022 ini, program yang dijalankan dengan dana APBN adalah PPHT tanaman hortikultura, klinik PHT hortikultura, Pemberdayaan Petani PHT (P4), dan dem area BTS padi.

Dalam rangka mendukung program-program yang dilaksanakan dengan menggunakan dana APBN, UPTD BPTPH juga menggunakan dukungan dana dari APBD untuk pembiayaan kegiatan-kegiatan lainnya. Adapun kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan dengan dana APBD antara lain:

Tabel 15. Program PHT di Provinsi Jambi dari dana APBD

Nama Kegiatan	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PPHT Padi	2 KT/ 50 ha	2 KT/ 50 ha	2 KT/ 50 ha	2 KT/ 50 ha	2 KT/ 50 ha	2 KT/ 50 ha	1 KT/ 10 ha
PPHT Horti	2 KT/ 2 ha	2 KT/ 2 ha	2 KT/ 2 ha	2 KT/ 2 ha	2 KT/ 2 ha	0	0
Pos IPAHA	4 pos	5 pos	3 pos	4 pos	2 pos	2 pos	1 pos
Klinik PHT	0	0	0	0	2 KT	8 KT	2 KT
PHT Burung Hantu	2 KT	2 KT	1 KT	0	0	0	0
Pencegahan kebakaran sawah (Bio-CF) dengan komponen PHT	0	0	0	0	0	0	2 KT/ 20 ha

Dengan bantuan dana dari APBD Provinsi Jambi ini, beberapa program telah berhasil dilaksanakan dan ada 2 program yang secara kontinuitas dilaksanakan sejak tahun 2016 sampai tahun 2022, yakni program PHT tanaman padi dan program pos IPA. Selain itu, UPTD juga melaksanakan program PPHT tanaman hortikultura sejak tahun 2016 sampai tahun 2020 dengan menggunakan dana APBD. Dana ini juga digunakan untuk program PHT burung hantu pada tahun 2016 sampai tahun 2018. Beberapa klinik PHT juga didirikan dengan dana APBD pada tahun 2020 sampai 2022. Baru di tahun 2022 ini, UPTD melaksanakan program baru dengan dana APBD, yakni program pencegahan kebakaran lahan sawah (Bio-CF) dengan komponen PHT.

Kegiatan Gerakan-gerakan pengendalian OPT, baik pada tanaman pangan maupun tanaman hortikultura telah diarahkan dengan menggunakan bahan pengendalian yang ramah lingkungan. Beberapa contoh penggunaan bahan pengendalian yang ramah lingkungan itu antara lain seperti penggunaan agens hayati, pestisida nabati, mol, PGPR, pestisida dengan urin, likat kuning, perangkap lalat buah, dan lain-lain. Sebagian dari bahan-bahan tersebut merupakan bahan-bahan yang dibuat sendiri atau dengan memberdayakan petani dalam pembuatan bahan pengendali tersebut. Sebagian bahan-bahan lainnya merupakan bahan pabrikan yang ramah lingkungan.

Tabel 16. Dokumentasi kegiatan UPTD-BPTPH Provinsi Jambi

Nama Kegiatan	Dokumentasi
PPHT/Sekolah Lapang	 
Kompos Jerami	
Pemberdayaan Petani PHT (P4)	

Tabel 16. Dokumentasi kegiatan UPTD-BTPPH Provinsi Jambi (lanjutan)

Nama Kegiatan	Dokumentasi
PPHT Horti	

Dukungan LPHP pada PHT Padi di Provinsi Jambi

Henky Putra Jahidin - POPT Muda/Kepala LPHP Sungai Tiga

Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit (LPHP) di provinsi Jambi ini berada di bawah naungan UPTD BTPPH Provinsi Jambi. Sampai saat ini Provinsi Jambi telah memiliki 2 LPHP, yakni LPHP yang terletak di Sungai Tiga-Muaro Jambi dan LPHP yang terletak di Kayu Aro-kerinci. Tugas utama LPHT untuk membantu pengendalian OPT dengan penanganan yang ramah lingkungan.

Secara umum, LPHP merupakan institusi terdepan yang bertugas untuk mendukung penerapan PHT. Tanggung jawab lainnya dari LPHP ini untuk berupaya mengedepankan penggunaan agens pengendali hayati (APH), bahan nabati dan musuh alami. Tujuan pokok dari LPHP untuk memberdayakan petani hal ini karena petani inilah nanti yang akan menjadi pelaksana penerapan dari pengendalian hama terpadu.

Latar belakang dan batasan kinerja LPHP ini didasari pada penggunaan bahan kimia sintetis yang terus meningkat. Hal ini tentunya berbanding lurus dengan peningkatan biaya produksi pertanian bagi para petani karena harga-harga bahan kimia sintesis ini *relative* mahal. Kemudian yang tidak kalah penting adalah karena terjadinya tekanan ekosistem. Penggunaan bahan kimia yang berlebihan tentu akan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem. Di samping itu, fokus kegiatan LPHP juga dipengaruhi dari faktor kebutuhan atau target, misalnya seperti target tanam atau target produksi. PHT ini kemudian bisa dijadikan sebagai solusi dalam menyikapi persoalan-persoalan tersebut.

Dalam konsepsi PHT (Pengendalian Hama terpadu), petani dan petugas berupaya untuk memadukan semua pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengendalikan serangan dari OPT. Upaya pengendalian yang dilakukan dalam konsep PHT ini tidak berfokus pada satu cara pengendalian saja. Ada 2 strategi yang dapat dilakukan dalam PHT ini, yakni pengendalian preemtif dan pengendalian responsif. Pengendalian preemtif adalah pengendalian yang dilaksanakan sebelum adanya serangan OPT, misalnya dengan cara pemilihan benih yang baik, pengelolaan lahan, penggunaan agens pengendali hayati, dan lain-lain. Di lain pihak, pengendalian secara responsif ini dilakukan ketika terjadi serangan dari OPT. Jika hama OPT atau penyakit masih di bawah ambang kendali maka pengendalian responsif yang dilakukan bisa dengan menggunakan pestisida nabati, musuh alami tanaman dan yang lainnya, tetapi tidak langsung menggunakan pestisida sintetis. Pestisida sintetis ini dapat digunakan sebagai pilihan terakhir, misalnya ketika terjadi *outbreak* yang melebihi ambang kendali.

Beberapa prinsip-prinsip PHT adalah:

- Budidaya tanaman sehat
- Pemanfaatan musuh alami
- Pengamatan rutin
- Petani ahli PHT

Musuh alami bisa dimanfaatkan untuk mengendalikan serangan OPT sehingga populasi dari serangga hama pengganggu ini dapat dikendalikan. Permasalahannya saat ini terkait dengan populasi musuh alami yang berkurang karena ekosistemnya terganggu. Oleh karena itu, penggunaan pestisida kimia ini perlu dilakukan dengan bijaksana agar ekosistem alam tetap terjaga. Di samping itu, pengamatan rutin juga perlu dilakukan di area pertanaman agar kondisi tanaman dapat terkontrol dengan baik, terutama jika ditemukan adanya serangan hama OPT. Hal ini karena OPT selalu berdampingan dengan budidaya. Selama kegiatan budidaya ada maka OPT juga akan hadir. Petani di sini memiliki peran penting dalam pelaksanaan PHT agar OPT dapat terkendali.

Agens pengendali hayati (APH) merupakan organisme yang biasa digunakan dalam pengendalian OPT. Beberapa APH yang biasa digunakan adalah predator, parasitoid, patogen serangga, dan agens antagonis. Untuk wilayah jambi sendiri APH yang sering dimanfaatkan adalah agens antagonis.

LPHP sejauh ini telah melakukan beberapa kegiatan dukungan untuk pengendalian hama terpadu. Beberapa kegiatan yang telah dilakukan LPHP Provinsi Jambi adalah (1) kegiatan *surveillance* OPT; (2) pengembangan APH, refugia dan pestisida nabati; (3) pengujian sampel dan rekomendasi pengendalian OPT; (4) Pemasyarakatan APH, refugia,

dan pestisida nabati; (5) bimbingan teknis dan pendampingan; serta (6) pemberdayaan kelembagaan. Kegiatan *surveillance* OPT merupakan kegiatan pengamatan yang dilakukan petugas LPHP dalam rangka mengumpulkan dan mencatat data tentang dinamika populasi atau tingkat serangan OPT serta faktor-faktor yang memengaruhinya pada waktu dan tempat tertentu. Data-data yang diperoleh selama kegiatan *surveillance* ini akan menjadi landasan dasar untuk menentukan program-program yang harus dilaksanakan berikutnya, baik berupa program pengendalian hama OPT maupun program-program pemberdayaan petani. Untuk kegiatan pengembangan APH, refugia, dan pestisida nabati, LPHP Provinsi Jambi melakukan kegiatan-kegiatan tersebut secara bertahap dengan beberapa kegiatan. Kegiatan awal biasanya dimulai dengan kegiatan eksplorasi calon APH. Kegiatan eksplorasi ini dilakukan di beberapa tempat yang potensial untuk menjadi tempat pengembangbiakan calon APH. Contoh kegiatan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 57. Kegiatan eksplorasi calon APH

Gambar di atas menunjukkan kegiatan eksplorasi APH yang dilakukan di sekitar rumpun bambu. Kegiatan eksplorasi ini bisa dilakukan dengan menggunakan alat-alat yang sederhana. Eksplorasi potensi calon APH juga dapat dilakukan pada calon cendawan seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



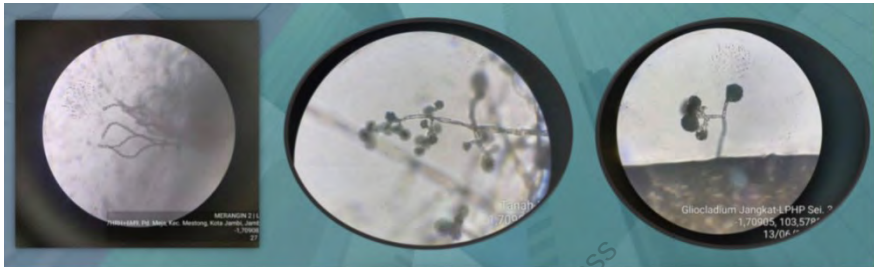
Gambar 58. Kegiatan eksplorasi calon APH dari cendawan

Setelah selesai dengan tahapan eksplorasi dan mendapatkan calon APH yang cukup potensial, tahapan berikutnya yang harus dilakukan adalah tahapan isolasi dan tahapan pemurnian. Bentuk kegiatannya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 59. Tahapan isolasi dan pemurnian

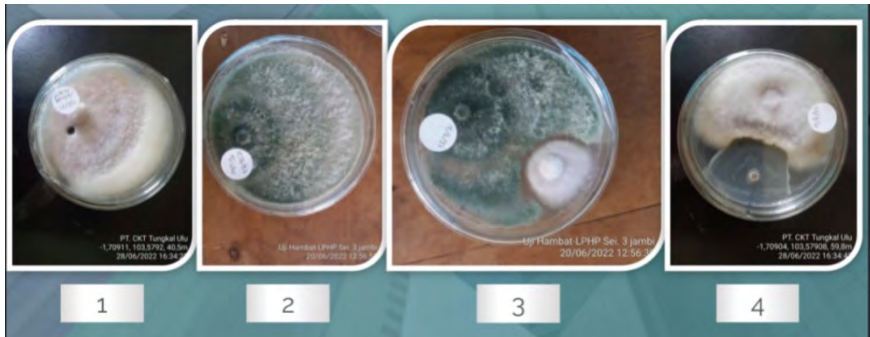
Tahapan isolasi dan pemurnian ini dilakukan sampai didapatkan isolat-isolat yang dapat digunakan untuk uji-uji selanjutnya. Setelah itu, tahapan selanjutnya adalah tahapan identifikasi calon APH. Berikut contoh-contoh APH yang teridentifikasi:



Gambar 60. Identifikasi calon APH

Terkait pengembangan APH, refugia, dan pestisida nabati, LPHP Provinsi Jambi juga melakukan perbanyakan APH, refugia, dan pestisida nabati. APH yang sudah teridentifikasi biasanya akan diperbanyak di LPHP. LPHP juga menyediakan isolat atau *starter* yang dapat digunakan oleh lembaga-lembaga lainnya, seperti kelompok tani.

LPHP Provinsi Jambi bukan Lembaga pengujian, tetapi LPHP Provinsi Jambi dapat juga melakukan pengujian-pengujian yang sifatnya sederhana, misalnya uji kerapatan dan visibilitas cendawan. Uji-uji ini hanya berupa jenis uji standar yang biasa dilakukan di LPHP dengan peralatan laboratorium yang terbatas. LPHP juga memberikan rekomendasi setelah melakukan pengujian sederhana. Misalnya pada pengujian skala labor untuk uji hambat cendawan. Perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 61. Uji hambat cendawan calon APH

Gambar di atas menunjukkan reaksi uji hambat cendawan. Gambar nomor 1 merupakan gambar patogen, sedangkan gambar nomor 2 adalah APH dan gambar nomor 3 dan 4 adalah campuran antara APH dan pathogen. Gambar nomor 3 menunjukkan keberhasilan APH untuk berkembang dan memblokir patogen, sedangkan pada gambar nomor 4 terlihat APH tidak berhasil memblokir patogen. Setiap calon APH yang diambil di alam harus melewati uji hambat seperti ini. Kalau calon APH tersebut terbukti gagal berkembang dan menghambat patogen maka calon APH itu tidak akan dilanjutkan ke proses pengujian yang berikutnya.

Apabila calon APH menunjukkan potensi-potensi yang cukup positif maka LPHP akan melakukan rangkaian pengujian lainnya dan akan memberikan rekomendasi kepada petani untuk menggunakan APH tersebut dalam mengendalikan OPT berbasis PHT apabila calon APH tersebut dapat lolos dari rangkaian pengujian yang dilakukan.

Kegiatan pemasyarakatan atau pengembangan APH dan refugia merupakan kegiatan yang paling sering dilakukan oleh LPHP Provinsi Jambi. Kegiatan yang dilakukan selama ini lebih condong ke arah promosi penggunaan APH dan refugia untuk mengendalikan serangan

hama OPT. LPHP juga mengkampanyekan penggunaan pestisida nabati kepada para petani agar penggunaan pestisida nabati ini dapat lebih diminati oleh masyarakat. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan perbanyakan pestisida nabati, refugia, dan APH yang kemudian hasil dari perbanyakan ini diberikan kepada kelompok tani. Kelompok tani yang menjadi target utama dalam kegiatan ini adalah kelompok tani yang memiliki potensi untuk bisa berkembang.

LPHP juga memberikan bimbingan teknis kepada kelompok tani, petani, petugas, mahasiswa, maupun siswa guna memasyarakatkan pengembangan PHT di lapangan. LPHP juga memberikan pendampingan lapangan dalam pelaksanaan gerdal OPT, PPHT, dem area, dan kegiatan lainnya yang berbasis PHT. Selain itu, LPHP juga melakukan program-program pemberdayaan kelembagaan, seperti di PPAH, klinik PHT, dan pos IPA. Untuk tahun 2022 ini, LPHP Provinsi Jambi juga melakukan pemberdayaan kepada kelompok P4.

Implementasi PHT pada Pertanaman Padi di Provinsi Jambi

Suyanto, Ketua KT Rengas Gumpung, Kab. Muaro Jambi

Petani di Provinsi Jambi sudah bertahun-tahun melakukan kegiatan pembudidayaan tanaman padi dengan menggunakan pupuk kimia serta pestisida kimia dan pada akhir-akhir ini para petani kesulitan dalam memperoleh pupuk kimia serta pestisida kimia tersebut karena harganya yang mahal dan barangnya juga susah didapat di pasaran. Hal ini memengaruhi biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh para petani. Selain itu, setelah bertahun-tahun menggunakan pupuk kimia, ternyata lahan pertanian malah menjadi rusak, kering, dan tandus. Oleh

karena itu, para petani mulai beralih ke sistem pertanian PHT guna mengembalikan kesuburan lahan pertanian dan juga menjaga ekosistem pertanian. Hasil produksi pembudidayaan tanaman padi dengan menggunakan pupuk kimia dan pestisida kimia ini menunjukkan penurunan, sedangkan biaya produksinya semakin naik. Hal ini semakin memotivasi para petani untuk menerapkan prinsip-prinsip PHT dalam pembudidayaan tanaman padi.

Ledakan hama juga terjadi di area pertanian Provinsi Jambi, seperti hama WBC dan yang lainnya. Sejak tahun 2016, kelompok tani di Desa Pudak ini mendapatkan bimbingan berupa PPHT, dem area, dan yang lainnya dari UPTD-BPTPH Provinsi Jambi. Dari sini para petani mencoba mengubah pola pikirnya ke pertanian berbasis PHT yang ramah lingkungan yang sebelumnya berorientasi pada pertanian konvensional.

Kunci dari keberhasilan pelaksanaan pertanian berbasis PHT ini adalah kekompakan di kelompok tani dalam melakukan Langkah-langkah pengendalian hama secara terpadu. Salah satu prinsip dari PHT ini untuk membudidayakan tanaman sehat. Budidaya tanaman sehat ini bertujuan meningkatkan hasil produksi pertanian serta hasil produksi ini merupakan hasil pertanian yang sehat untuk dikonsumsi karena tidak mengandung residu kimia yang berbahaya untuk kesehatan manusia. Jadi, penerapan prinsip-prinsip PHT ini dimulai dari pratanam sampai pascapanen. Pada kegiatan pratanam ini dimulai dari pemilihan benih yang baik. Benih padi yang digunakan merupakan benih unggul yang bersertifikat dan terbukti mampu menghasilkan padi yang tinggi. Saat persemaian juga PHT diterapkan, yakni dengan melaksanakan perendaman dengan larutan yang mengandung zat pengatur tumbuh secara alami. Benih tersebut direndam selama dua hari dua malam

hingga berkecambah. Setelah benih tersebut berkecambah lalu dilakukan kegiatan persemaian. Setelah itu dilakukan juga pengolahan lahan untuk persiapan penanaman dan persemaian. Para petani di sini menggunakan sistem lipat jerami. Jadi, pertama jerami disingkal, lalu disemprotkan dengan agens hayati *Trichoderma* dengan tujuan mempercepat proses pembusukan jerami agar lebih cepat terurai di lahan pertanian. Setelah proses penyingkapan ini, tanah dialiri air atau direndam selama satu minggu, lalu dilakukan penggaruan. Setelah selesai penggaruan, lahan pertanian tersebut diberi pupuk kandang dengan kotoran sapi atau dengan pupuk trikompos. Untuk pengolahan lahan persemaian juga diberikan pupuk trikompos sebagai pupuk dasarnya. Persemaian ini dilakukan selama tiga minggu.

Proses tanam dilakukan ketika bibit padi sudah berumur 21 hari atau 3 minggu. Salah satu PHT yang dilakukan dalam proses pemindahan tanam dari area persemaian ke area tanam dengan melakukan teknik tanam *jajar legowo*. Teknik ini dipilih untuk mengantisipasi serangan hama tikus serta untuk mempermudah dalam proses penyiangan. Adapun OPT yang paling banyak pada masa pertanaman adalah hama keong mas. Prinsip PHT yang diterapkan untuk mengendalikan hama ini adalah dengan cara melakukan pengeringan, ini untuk area pertanaman di dataran tinggi. Pengeringan ini dilakukan dengan membuat parit-parit di dekat galengan. Untuk di daerah-daerah rawa lebah biasanya penanganannya dengan memberikan dedaunan makanan keong sehingga ketika keong sudah terkumpul bisa langsung diambil.

Hama OTP lain yang muncul pada saat fase vegetatif adalah hama putih. Hama ini dikendalikan dengan menggunakan tanaman labu kayu atau buah maja sebagai bahan utama pembuatan pestisida nabati. Cara membuatnya dengan mencampurkan buah maja dengan buah mengkudu, kemudian ditambahkan daun sirsak dan bawang putih. Semua bahan tersebut ditumbuk halus, dicampur air, lalu diperas, dan diaplikasikan untuk mengatasi hama putih dan hama penggerek batang. Penyakit tanaman padi yang sering hadir adalah blas, bercak coklat, dan kresek. Untuk pengendalian ini para petani dibantu oleh LPHP dengan menggunakan bacillus.

Pada masa generatif hama yang sangat dominan adalah hama tikus dan walang sangit. Untuk pengendalian hama tikus ini biasanya dilakukan dengan cara melakukan penyiangan sehingga sawah akan terlihat rapi dan bersih agar tikus menjauh. Sanitasi lingkungan juga dilakukan untuk mengendalikan hama tikus ini. Apabila ditemukan lubang tikus, biasanya akan langsung digali agar tikus menjauh. Proses ini dilakukan secara terpadu dengan anggota kelompok lain agar hama dapat dikendalikan secara lebih cepat. Selain itu, rubuha juga digunakan untuk mengendalikan populasi tikus. Para petani juga menanam refugia sebagai tempat musuh alami dan pengalihan agar hama penyakit tidak menyerang padi.

Untuk penanganan walang sangit dilakukan dengan menggunakan bangkai keong mas yang diletakkan di batok kelapa dan diletakkan di sudut-sudut lahan agar hama walang sangit berkerumun di situ lalu tinggal diambil agar tidak merusak padi. Hama lainnya yang sering mengganggu di masa generatif adalah burung. Penanganan hama burung ini biasanya dilakukan dengan menggunakan jaring burung, klontengan, atau orang-orangan sawah.

PHT ini dilaksanakan ketika gangguan hama belum mencapai ambang batas. Namun, ketika serangan hama sudah mencapai ambang batas maka pestisida kimia digunakan untuk mengendalikan hama. Terkait pemupukan dilakukan pada saat tanaman berusia 45 hari karena padi di awal sudah diberikan pupuk dasar berupa trikompos. Dengan penerapan PHT ini, hasil produksi terbukti mengalami peningkatan.

Author's Personal Copy by IPB Press

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Zamzila N, Ishaka A, Samsuddin N, Rus RM, Mohamed AH. 2011. Chronic organophosphate pesticide exposure and coronary artery disease: Finding a bridge. *IIUM Research, Invention and Innovation Exhibition (IRIIE)*. 223.
- Baehaki, Irianto NBE, Widodo SW. 2016. Rekayasa ekologi dalam perspektif pengelolaan tanaman padi terpadu (*ecological engeneering on integrated crop management perspective*). *Rekayasa Ekologi Pengelolaan Tanaman Terpadu*. 11(1): 19–33.
- Bagariang, Willing, Tauruslina E, Kulsum U, Tri Murniningtias PL, Suyanto H, Surono, Cahyana NA, Mahmuda D. 2020. Efektifitas insektisida berbahan aktif klorantraniliprol terhadap larva *Spodoptera frugiperda* (JE Smith).” *JPT: Jurnal Proteksi Tanaman*. 4(1): 29–37.
- Bateman R. 2003. Rational Pesticide Use: Spatially and Temporally Targeted Application of Specific Products. Dalam *Optimising Pesticide Use*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Brent KJ, Atkin RK. 1987. *Rational Pesticide Use*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brugger, Kristin E, Cole PG, Newman IC, Parker N, Scholz B, Suvagia P, Graham Walker, Hammond TG. 2010. Selectivity of Chlorantraniliprole to Parasitoid Wasps. *Pest Management Science*. 66(10): 1075–81. doi: 10.1002/ps.1977.

- Dadang, Isnaeni, Ohsawa K. 2007. Ketahanan dan pengaruh fitotoksik campuran ekstrak *Piper retrofractum* dan *Annona squamosa* pada pengujian semi lapangan. *J. HPT Tropika*.7(2):91–99.
- Dinter, Axel, Kristin E. Brugger, Niels-Martin Frost, Woodward MD. 2009. Chlorantraniliprole (Rynaxypyr): A novel DuPont™ insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus terrestris*) providing excellent tools for uses in integrated pest management. *10th International Symposium of the ICP-Bee Protection Group*. Julius-Kühn-Archiv 423. 84–96.
- [Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan Dan Hortikultura Provinsi Lampung]. 2022. Cara Pembuatan Pestisida Nabati Dari Bawang Putih.
- Elbaz, Alexis, Clavel J, Paul J, Rathouz, Moisan F, Galanaud JP, Delemotte B, Alpérovitch A, Tzourio C. 2009. Professional Exposure to Pesticides and Parkinson Disease. *Annals of neurology*. 66(4): 494–504, doi: 10.1002/ana.21717.
- Glare, Travis S., O’Callaghan M. 1999. *Environmental and Health Impacts of the Insect Juvenile Hormone Analogue, S-Methoprene*. Lincoln.
- Jaiswal, Manjit, Dudhe R, Sharma PK. 2015. Nanoemulsion: An advanced mode of drug delivery system. *3 Biotech*.5(2): 123–27. doi: 10.1007/s13205-014-0214-0.
- Kaur, Harsimran, Garg H. 2014. Pesticides: Environmental Impacts and Management Strategies. In *Pesticides - Toxic Aspects*, edited by S. Solenski and M. S. Larramenday. London: InTech.

- Kumar, Jitendra, Ramlal A, Mallick D, Mishra V. 2021. An Overview of Some Biopesticides and Their Importance in Plant Protection for Commercial Acceptance. *Plants*. 10(6):1–15. doi: 10.3390/plants10061185.
- Lee WJ. 2005. Agricultural Pesticide Use and Risk of Glioma in Nebraska, United States. *Occupational and Environmental Medicine*. 62(11): 786–92. doi: 10.1136/oem.2005.020230.
- Montezano DG, Specht A, Sosa-Gómez DR, Roque-Specht VF, Sousa-Silva JC, Paula-Moraes SV, Peterson JA, Hunt TE. 2018. Host plants of *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*. 26(2): 286–300. doi: 10.4001/003.026.0286.
- Rahmanto, Beny. 2016. Prospek penggunaan pestisida nabati untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman. In *Prosiding 2011*. Banjarbaru: BPSILHK Banjarbaru.
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy CM, Maruthi MS, Pavithra HB. 2018. Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on Maize. *Indian Journal of Entomology*. 80(3): 540. doi: 10.5958/0974-8172.2018.00238.9.
- Singkoh, Oktavine MF, Katili DY. 2019. Bahaya pestisida sintetik (sosialisasi dan pelatihan bagi wanita kaum ibu Desa Koka, Kecamatan Tombulu, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Perempuan Dan Anak Indonesia*. 1(1): 5–12.
- Son HK, Kim SA, Kang JH, Chang YS, Park SK, Lee SK, Jacobs DR, Lee DH. 2010. Strong associations between low-dose organochlorine pesticides and type 2 diabetes in Korea. *Environment International*. 36(5): 410–14. doi: 10.1016/j.envint.2010.02.012.

- Suroto, Agus, Soesanto L, Ni Wayan Anik L, Bahrudin M. 2021. Tingkat serangan dan musuh alami *Spodoptera frugiperda* Je. Smith pada tanaman jagung di lima kecamatan di Kabupaten Banyumas. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*. 2: 44–49. doi: 10.30595/pspfs.v2i.165.
- Swibawa, I. Gede, Sudarsono H, Purnomo, Aeni TN. 2022. Pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* dengan *mating disruption* feromon pada pertanaman jagung di Pekon Tritunggal Mulya Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian*. 1(1): 78–87.
- Syahputra, Edi. 2008. Bioaktivitas sediaan buah *Brucea javanica* sebagai insektisida nabati untuk serangan hama pertanian. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*. 19(1):57–67.
- Tohir, Mohamad A. 2010. Teknik ekstraksi dan aplikasi beberapa pestisida nabati untuk menurunkan palatabilitas ulat grayak (*Spodoptera Litura* Fabr.) di laboratorium. *Buletin Teknik Pertanian*. 15(1): 37–40.
- Wahyuningsih, Dwi R, Harjaka T, Suputa, Trisyono YA. 2022. Parasitization levels of *Spodoptera frugiperda* eggs (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in three different corn ecosystems in East Java. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 26(1): 28. doi: 10.22146/jpti.71598.
- Widyati, Enny, Santoso E, Irianto RSB, Sutarman, Santoso S. 2001. Studi biodegradasi karbofuran oleh *Pseudomonas* Sp. *Agritek: Jurnal Institut Pertanian Malang*. 9(3):1054–59.

- Wiratno, Siswanto, Luluk, Suriati S. 2011. Efektivitas beberapa jenis tanaman obat dan aromatik sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan *Diconocoris hewetti* Dist (Hemiptera; Tingidae).” *Buletin Penelitian Tanaman Obat Dan Rempah*. 22(2): 198–204.
- Yulia, Endah, Widiyanti F, Susanto A. 2020. Manajemen aplikasi pestisida tepat dan bijaksana pada kelompok tani padi dan sayuran di SPLPP Arjasari. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(2): 310–20.

Author's Personal Copy by IPB Press

TREN BARU BIOPESTISIDA UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251-8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id

    Penerbit IPB Press  [ipbpress.official](https://www.instagram.com/ipbpress.official)  [ipbpress.com](https://www.ipbpress.com)

Pertanian

ISBN : 978-623-467-502-3



9 786234 675023 >