

Pengendalian Hama Terpadu Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai



Marwoto

**PENGENDALIAN HAMA TERPADU
MENDUKUNG PENINGKATAN PRODUKSI KEDELAI**

PENGENDALIAN HAMA TERPADU MENDUKUNG PENINGKATAN PRODUKSI KEDELAI

Cetakan 2014

Cetakan 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014

Katalog dalam terbitan

MARWOTO

Pengendalian hama terpadu mendukung peningkatan produksi kedelai/Penulis, Marwoto.-- Jakarta: IAARD Press 2014.

viii, 68 hlm; ill, 21 cm

633.34-28

1. Kedelai 2. Peningkatan Produksi 3. Pengendalian Hama Terpadu

I. Judul

ISBN 978-602-1520-85-7

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp. +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

Alamat Redaksi:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp. +62-251-8321746. Faks. +62-251-8326561
e-mail: iaardpress@litbang.deptan.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

Prakata

Peningkatan produksi kedelai merupakan salah satu program Kementerian Pertanian yang harus didukung oleh semua pihak. Salah satu hambatan dalam peningkatan produksi kedelai ialah serangan hama. Kehilangan hasil kedelai akibat serangan hama dapat mencapai 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian. Usaha pengendalian hama kedelai di tingkat petani hampir 90% masih mengandalkan pestisida. Mengingat dampak negatif aplikasi pestisida, seperti menyebabkan resistensi dan resurgensi hama, dapat membunuh musuh alami, berbahaya bagi ternak dan manusia, dan dapat mencemari lingkungan, diperlukan pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT).

Buku ini memberikan petunjuk tentang identifikasi dan biologi hama kedelai, tanda-tanda serangan pada tanaman kedelai, serta teknik pengendalian hama kedelai secara terpadu. Buku ini diharapkan dapat digunakan sebagai pegangan bagi para peneliti, penyuluh, petani, dan siapa pun yang berkepentingan dalam pengendalian hama kedelai. Diakui bahwa masalah hama pada tanaman kedelai sangat rumit dan selalu mengalami perkembangan dan perubahan. Oleh karena itu, penulis memberikan apresiasi terhadap saran-saran yang dapat memperbaiki buku ini.

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Kepala Badan Litbang Pertanian, Forum Komunikasi Profesor Riset Kementerian Pertanian, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Prof Dr Sumarno yang telah banyak mengoreksi dan memberi masukan untuk perbaikan buku ini, rekan-rekan peneliti hama tanaman, dan pihak lain yang telah membantu penulis dan berkontribusi dalam penerbitan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi penerapan PHT pada tanaman kedelai pada saat ini dan di masa mendatang, terutama dalam mendukung program peningkatan produksi kedelai dan peningkatan pendapatan petani.

Malang, 30 Agustus 2016

Penulis

Daftar Isi

	Halaman
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. PHT WAJIB.....	5
2.1. Penerapan PHT.....	5
2.1.1. Kegagalan Pemberantasan Hama secara Konvensional.....	5
2.1.2. Kualitas Hidup dan Lingkungan Hidup.....	6
2.1.3. Kebijakan Pemerintah.....	6
2.1.4. Peningkatan Daya Saing.....	7
2.2. Prinsip Dasar PHT.....	7
2.2.1. Pemahaman Agroekosistem Pertanian.....	7
2.2.2. Tanaman Budi Daya yang Sehat.....	8
2.2.3. Pelestarian dan Pendayagunaan Musuh Alami.....	8
2.2.4. Pemantauan Lahan secara Rutin.....	9
III. HAMA SEBAGAI HAMBATAN PENINGKATAN PRODUKSI KEDELAI.....	11
3.1. Status Hama Kedelai.....	11
3.2. Bioekologi Hama Utama pada Tanaman Kedelai.....	12
3.2.1. Lalat Bibit Kacang <i>Ophiomyia phaseoli</i> Tryon.....	12
3.2.2. Lalat Batang Kacang <i>Melanagromyza sojae</i> Zehntner.....	13
3.2.3. Lalat Pucuk Kacang <i>Melanagromyza dolichostigma</i> Zehntner.....	14
3.2.4. Kutu Kebul <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius.....	15
3.2.5. Kutu Daun <i>Aphis glycines</i> Matsumura.....	16
3.2.6. Tungau Merah <i>Tetranychus cinnabarinus</i> Boisduval.....	17
3.2.7. Wereng Hijau Kedelai <i>Empoasca</i> spp.	17
3.2.8. Ulat Grayak <i>Spodoptera litura</i> Fabricius.....	18
3.2.9. Ulat Jengkal <i>Crysodeixis chalcites</i> Fabricius.....	19
3.2.10. Ulat Penggulung Daun <i>Omiodes</i> (= <i>Lamprosema</i> , <i>Hedylepta</i>) <i>indicata</i> Fabricius.....	20

3.2.11.	Kumbang Kedelai <i>Phaedonia inclusa</i> Stall'	20
3.2.12.	Ulat Polong <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner	21
3.2.13.	Kepik Polong <i>Riptortus linearis</i> Fabricius.....	22
3.2.14.	Kepik Hijau <i>Nezara viridula</i> Linnaeus	23
3.2.15.	Kepik <i>Piezodorus rubrofasciatus</i> Fabricius	24
3.2.16.	Penggerek Polong Kedelai <i>Etiella zinckenella</i> Triet, <i>Etiella hobsoni</i> Butler.....	25
IV.	Ekosistem Pemicu Timbulnya Hama Pada Tanaman Kedelai	27
4.1.	Perubahan Iklim Global	27
4.2.	Ekosistem Mikro Tanaman Kedelai Mendorong Peningkatan Populasi Hama	30
V.	Pola Pengendalian Hama Di Tingkat Petani	33
VI.	Komponen Pengendalian Hama Kedelai	37
6.1.	Pengendalian Alami	37
6.2.	Pengendalian Mekanik dan Fisik	38
6.3.	Pengendalian dengan Teknik Budi Daya	38
6.4.	Pengendalian secara Hayati	45
6.5.	Pestisida Nabati	46
6.6.	Pestisida Kimiawi	47
VII.	Pengendalian Hama Terpadu Pada Tanaman Kedelai	53
7.1.	Pendekatan Pengendalian Hama Kedelai	53
7.1.1.	Budi Daya Tanaman Sehat	53
7.1.2.	Pelestarian Musuh Alami	54
7.1.3.	Pemantauan Ekosistem secara Terpadu	54
7.1.4.	Mendidik Petani sebagai Ahli PHT	56
7.1.5.	Pernasyarakatan PHT	56
7.1.6.	Analisis Ekosistem sebagai Dasar Pengendalian Hama	56
7.1.7.	Langkah Operasional PHT Kedelai	58
VII.	Kesimpulan	61
	Daftar Pustaka	63
	Biodata Penulis	67

Bab 1

Pendahuluan

Serangga hama tanaman merupakan makhluk Allah, seperti makhluk hidup lainnya yang kehidupannya di dunia mempunyai fungsi tertentu sehingga tidak mungkin dlenyapkan. Kalaupun serangga di suatu wilayah dapat dlenyapkan, pasti digantikan oleh serangga lain yang akan bertindak sebagai hama baru. Hal tersebut mendasari konsep pengendalian hama terpadu, yakni memberikan ruang dan hak hidup bagi semua komponen biota ekologi, tanpa menimbulkan dampak kerusakan terhadap tanaman yang dibudidayakan. Contoh hidup bersama tanpa dampak kerusakan (kohabitasi) ialah keberadaan belalang sawah pada masa sebelum tahun 1970, saat pestisida belum digunakan. Pada setiap tanaman padi sawah selalu ditemukan populasi belalang yang hidup dan memakan daun rerumputan dan padi, tetapi karena populasinya rendah, tidak sampai merusak tanaman padi. Bahkan pada saat padi dipanen, belalang tumbuh dewasa dan dapat diambil untuk dijadikan lauk setelah digoreng.

Tidak dapat dipungkiri bahwa timbulnya hama pada tanaman disebabkan oleh terganggunya keseimbangan ekosistem dari komponen biota penyusun ekosistem. Ketidakseimbangan ekosistem tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain:

1. Pola tanam monokultur dan tanaman sejenis tersedia sepanjang tahun sehingga populasi serangga hama berkembang cepat. Kondisi ini dapat mengganggu keseimbangan populasi serangga hama dengan musuh alaminya yang berupa parasit, predator, dan patogen serangga. Musuh alami tidak dapat mengendalikan populasi hama secara alami dan populasi serangga hama tumbuh dengan pesat karena makanan selalu tersedia sepanjang musim.
2. Terbunuhnya musuh alami serangga hama akibat penggunaan pestisida yang tidak tepat pada musim-musim sebelumnya.

3. Terbunuhnya serangga hama tertentu sehingga serangga hama lain berubah status menjadi hama utama.
4. Rusaknya habitat alamiah serangga, yang memaksa serangga pindah ke tanaman budi daya dan berubah status menjadi hama utama.
5. Penggunaan pestisida yang kurang tepat yang berdampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem, berupa bertambahnya populasi serangga hama karena sifat keperidian serangga hama yang semakin subur atau lebih tahannya serangga hama oleh berbagai cekaman biotik.

Sejak masa-masa awal penggunaan pestisida pada abad ke-20, Volterra (1931) telah mengkhawatirkan dampak negatif penggunaan pestisida. Penggunaan pestisida secara intensif tidak akan mengatasi masalah serangga hama, tetapi justru akan mendorong peningkatan populasi hama dan akan memperberat tingkat serangan pada tanaman budi daya pada tahun-tahun berikutnya. Pimental dan Edward (1982), pada zaman yang telah menjadikan pestisida sebagai “sarana produksi wajib” dalam sistem usaha tani, juga mengingatkan bahaya dan dampak negatif penggunaan pestisida secara nondiskriminatif terhadap hama target dalam pertanian modern. Apalagi pestisida digunakan oleh petani yang tingkat pemahamannya terhadap pestisida, serangga, dan lingkungannya sangat minimal. Dampak negatif pestisida yang paling ringan ialah berubahnya komposisi keanekaragaman hayati pada biota ekosistem lahan pertanian, baik yang berada di atas permukaan tanah maupun pada lapisan olah tanah.

Gagasan untuk mengurangi dan membatasi penggunaan pestisida kimia untuk meminimalkan dampak yang merugikan telah lama dibahas oleh para pakar hama tanaman di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Stern *et al.* (1959) menulis artikel di majalah *Hilardia* dengan judul “Integrated Control atau Pengendalian Terpadu”. Sasaran pengendalian hama terpadu adalah mengurangi penggunaan pestisida dengan memadukan teknik pengendalian hayati dan pengendalian kimiawi. Pada tahun 1986, Pemerintah mengeluarkan Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 1986 yang menjadi tonggak sejarah PHT di Indonesia. Melalui Inpres tersebut, pemerintah melarang penggunaan 57 formulasi insektisida untuk

pengendalian hama padi. Presiden menginstruksikan segera menerapkan PHT untuk pengendalian hama pada tanaman padi. Sebagai tindak lanjut Inpres No. 3/1986, Pemerintah melakukan pengurangan subsidi harga pestisida secara bertahap sehingga pada tahun 1989 subsidi tersebut sepenuhnya dicabut. Perkembangan selanjutnya ialah dikeluarkannya UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman yang pada Pasal 20 menyatakan bahwa perlindungan tanaman dilaksanakan dengan sistem pengendalian hama terpadu (PHT).

Pemasyarakatan, pengembangan, dan penerapan PHT melalui Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SL-PHT) yang dimulai sejak tahun 1989 memunculkan konsep atau paradigma baru PHT yang berbeda dengan paradigma sebelumnya. PHT tidak hanya merupakan perpaduan teknologi pengendalian hama serta pengelolaan hama dan ekosistem pertanian, tetapi juga merupakan wahana peningkatan kualitas sumber daya manusia petani (Untung 2006).

Opini masyarakat tani menunjukkan bahwa tanaman kedelai merupakan gudang hama yang sulit untuk dikendalikan. Opini ini tidak benar jika disadari bahwa timbulnya hama pada tanaman kedelai karena terjadinya ketidakseimbangan ekosistem usaha tani kedelai, seperti cara tanam yang tumpang-tindih, penyemprotan insektisida secara berjadwal dengan dosis yang tidak tepat, praktik budi daya tanaman yang kurang sehat, dan sebagainya. Oleh karena itu, pengendalian hama pada tanaman kedelai harus melalui pendekatan PHT, yang mengutamakan perpaduan teknologi pengendalian hama, pengelolaan hama dan ekosistem pertanian, serta peningkatan kualitas sumber daya manusia petani.

Bab 2

PHT Wajib

2.1. Penerapan PHT

Secara politik dan hukum, PHT merupakan satu-satunya kebijakan Pemerintah Indonesia dalam perlindungan tanaman seperti tertera dalam UU No 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman. Dalam era globalisasi ekonomi, PHT memperoleh dukungan kuat dari komunitas internasional dan pasar global. Namun, masyarakat PHT di Indonesia dirasakan masih kurang, masih banyak orang terkait yang belum memahami alasan penerapan dan pengembangan PHT. Banyak faktor internal dan eksternal yang menjadi pendorong penerapan PHT secara nasional terutama dalam rangka menerapkan prinsip dan program pembangunan nasional berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Beberapa hal yang mendorong penerapan PHT diuraikan berikut ini.

2.1.1. Kegagalan Pemberantasan Hama secara Konvensional

Sampai saat ini masih banyak petani dan masyarakat yang mengartikan pengendalian hama sama dengan penggunaan pestisida kimia. Pestisida seolah-olah merupakan satu-satunya alat untuk mengendalikan hama dan berhasil menekan populasi hama. Kekhawatiran akan datangnya serangan hama mendorong petani melakukan tindakan pencegahan dengan penyemprotan pestisida secara terjadwal. Namun, penggunaan pestisida secara terus-menerus tanpa dilandasi pengetahuan tentang cara aplikasi (dosis, konsentrasi), bahan aktif, efek samping terhadap hama, musuh alami, dan lingkungan telah menimbulkan petaka, yaitu hama menjadi kebal, populasi hama semakin meningkat (resurgensi), timbulnya hama sekunder, terbunuhnya musuh alami, dan pencemaran

lingkungan. Praktik pengendalian hama yang bergantung pada pestisida kimia disebut pemberantasan hama secara konvensional. Istilah pemberantasan hama atau pembasmian hama masih lazim digunakan oleh masyarakat petani. Hal ini menunjukkan bahwa PHT masih belum banyak dikenal. Petani masih berkeinginan membasmi seluruh individu hewan di pertanaman dengan pestisida. Pemberantasan hama konvensional tersebut ternyata tidak efektif dan efisien dalam mengendalikan hama sasaran dan menimbulkan risiko besar bagi kesehatan dan lingkungan hidup.

2.1.2. Kualitas Hidup dan Lingkungan Hidup

Pestisida sebagai bahan beracun termasuk bahan pencemar yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Karena sifatnya beracun dan relatif presisten di lingkungan, residu pestisida dapat menjadi masalah. Hasil pemantauan residu pestisida yang dilaksanakan oleh lembaga penelitian dan direktorat teknis menunjukkan bahwa saat ini residu pestisida hampir ditemukan di setiap tempat di lingkungan sekitar kita. Residu pestisida dapat dideteksi di dalam tanah, air minum, air sungai, air sumur, dan udara. Residu pestisida juga ditemukan dalam makanan yang sehari-hari kita konsumsi seperti sayuran dan buah-buahan. Meskipun kadar residu pestisida masih di bawah batas maksimum residu, temuan-temuan tersebut merupakan indikasi bahwa penggunaan pestisida perlu dibatasi.

Kesadaran masyarakat nasional dan global akan perlunya perlindungan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup semakin mendorong penerapan dan pengembangan PHT oleh petani. Dengan penerapan PHT, penggunaan pestisida dapat ditekan serendah mungkin.

2.1.3. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah telah menetapkan PHT sebagai kebijakan dasar bagi setiap program perlindungan tanaman. Kebijakan ini telah menjadi program pemerintah sejak Pelita III sampai sekarang. Dasar hukum

penerapan dan pengembangan PHT di Indonesia ialah Instruksi Presiden No. 3 Tahun 1986 dan UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman serta Peraturan Pemerintah No. 6 Tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman. Oleh karena itu, kebijakan pemerintah tentang PHT harus diikuti dan diterapkan oleh petani dan pengusaha pertanian di Indonesia.

2.1.4. Peningkatan Daya Saing

Dalam era globalisasi lingkungan saat ini, konsumen hijau atau hasil produk pertanian organik semakin menguasai pasar global maupun domestik. Konsumen hijau adalah konsumen produk pertanian yang menghendaki produk pangan yang aman bagi kesehatan dan lingkungan, termasuk bebas dari residu pestisida kimia. Konsumen hijau akan berani membeli produk yang diinginkan dengan harga yang jauh lebih tinggi daripada produk-produk non-PHT. Dengan demikian, petani yang menerapkan PHT mampu menghasilkan produk yang memiliki daya saing dalam hal kualitas produk serta keamanan bagi kesehatan dan lingkungan dibandingkan dengan petani yang tidak menerapkan PHT. Petani dapat memiliki nilai tambah dari produk-produk PHT yang mereka hasilkan.

2.2. Prinsip Dasar PHT

Penerapan pengendalian hama melalui pendekatan PHT terus berkembang hingga saat ini karena dilandasi kenyataan yang ada dan keberhasilan penerapan PHT untuk mengendalikan hama. Oleh karena itu, pengertian prinsip dasar penerapan PHT harus dipahami.

2.2.1. Pemahaman Agroekosistem Pertanian

Agroekosistem budi daya tanaman pertanian merupakan salah satu bentuk ekosistem binaan manusia yang ditujukan untuk memperoleh produksi pertanian dengan kualitas dan kuantitas tertentu. Agroekosistem binaan manusia pada umumnya

mempunyai keanekaragaman biotik dan genetik yang rendah dan cenderung semakin seragam. Agroekosistem yang demikian cenderung tidak stabil dan rawan terhadap peningkatan populasi spesies hama.

Agroekosistem merupakan sistem yang dinamis, bervariasi dari satu waktu ke waktu dan dari satu tempat ke tempat lain. Ekosistem pertanian sangat peka terhadap perubahan, baik yang terjadi di dalam maupun di luar ekosistem. Dengan mempelajari struktur ekosistem seperti komposisi jenis-jenis tanaman, hama, musuh alami, dan kelompok biotik lainnya, serta interaksi yang dinamis antarkomponen biotik, dapat ditetapkan strategi pengelolaan yang mampu mempertahankan populasi hama pada suatu aras yang tidak merugikan.

2.2.2. Tanaman Budi Daya yang Sehat

Tanaman yang sehat dan kuat serta lingkungan yang bersih menjadi bagian yang penting dalam program pengendalian hama. Tanaman yang sehat yang memperoleh cukup hara dan air, bebas gulma, dan waktu tanam yang tepat dan bersamaan merupakan dasar bagi pencapaian hasil yang tinggi. Tanaman yang sehat dapat mengatasi kerusakan daun karena serangan hama dengan membentuk daun atau cabang yang lebih kokoh dan cabang yang tidak mudah rusak. Penerapan PHT pada setiap usaha budi daya tanaman, dimulai dari pemilihan varietas, pengelolaan tanah, penyiapan benih, penanaman, pemeliharaan hingga penanganan pascapanen perlu dikelola secara tepat sehingga diperoleh pertanaman yang sehat, kuat, dan produktif.

2.2.3. Pelestarian dan Pendayagunaan Musuh Alami

Musuh alami yang terdiri atas parasitoid, predator, dan patogen sebenarnya mampu mengendalikan lebih dari 99% serangga agar tetap berada pada jumlah yang tidak merugikan. Pengendalian hama terpadu secara sengaja mendayagunakan dan memperkuat peranan musuh alami sebagai pengendali populasi serangga hama.

Agroekosistem perlu dikelola sedemikian rupa sehingga musuh alami dapat dilestarikan dan dimanfaatkan. Setiap jenis hama secara alami dikendalikan oleh kompleks musuh alami (predator, parasitoid, patogen serangga). Pendayagunaan musuh alami bersifat alami, efektif, murah, dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan.

2.2.4. Pemantauan Lahan secara Rutin

Masalah hama timbul karena kombinasi faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan populasinya. Untuk mengetahui keadaan ekosistem lahan yang selalu berubah dan berkembang, dalam PHT dilakukan pemantauan terhadap tanaman, perkembangan populasi hama, peranan musuh alami, iklim, dan lingkungan. Tidak setiap saat tanaman diserang oleh hama. Dalam keadaan tanaman tidak terserang, alam dapat mempertahankan keseimbangan sehingga populasi hama tetap rendah dan tidak menyebabkan kerugian. Keadaan keseimbangan yang demikian disebut dengan keseimbangan hayati.

Faktor pengendali seperti cuaca/iklim, makanan, dan hayati (parasit, predator, dan patogen) setiap saat dapat berubah sehingga keseimbangan pun akan berubah pula. Oleh karena itu, keseimbangan hayati bukanlah hal yang statis, tetapi dinamis dan selalu bergerak. Keseimbangan populasi hama juga dapat berubah dengan adanya campur tangan manusia dalam mengelola tanaman. Penggunaan pestisida dalam pengendalian hama, apabila tidak selektif dan tidak tepat dosis akan dapat membunuh musuh alami dan menyebabkan timbulnya resurgensi hama atau populasi hama semakin tinggi, selain hama menjadi resisten. Hal tersebut mengakibatkan faktor penghambat populasi hama secara hayati tidak dapat bekerja secara maksimal dan populasi hama terus meningkat.

Tanpa disadari sebenarnya kebanyakan petani bergantung pada kekuatan alami yang tersedia di lahannya. Pengendalian hama secara terpadu dilakukan dengan mendayagunakan dan memperkuat peranan musuh alami yang menjadi jaminan pengendalian ledakan populasi hama. Pengelolaan waktu tanam yang tumpang-tindih

sepanjang tahun akan menyebabkan makanan bagi hama tersedia sepanjang tahun. Keadaan demikian akan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan populasi hama. Iklim dan kelembapan dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan populasi hama. Pada keadaan suhu lingkungan yang optimum, kecepatan proses metabolisme serangga berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungan. Proses metabolisme yang semakin cepat menyebabkan waktu yang dibutuhkan hama untuk menyelesaikan perkembangannya semakin pendek dan populasi hama berkembang semakin cepat. Setiap lahan memiliki ekosistem yang khas sehingga setiap petani perlu memiliki keterampilan untuk memantau perkembangan populasi hama dan lingkungan dan mengambil tindakan pengendalian hama yang tepat, praktis, dan menguntungkan.

Bab 3

Hama sebagai Hambatan Peningkatan Produksi Kedelai

Salah satu hambatan dalam peningkatan produksi kedelai ialah gangguan hama. Kehilangan hasil akibat serangan hama dapat mencapai 80% dan bahkan 100% atau puso jika tidak ada tindakan pengendalian. Kerusakan tanaman kedelai dan kehilangan hasil akibat serangan hama ditentukan beberapa faktor, yaitu (1) tinggi rendahnya populasi hama di pertanaman, (2) bagian tanaman yang dirusak, (3) tanggap tanaman terhadap serangan hama, dan (4) fase pertumbuhan tanaman/umur tanaman.

3.1. Status Hama Kedelai

Jenis hama pada tanaman kedelai di Indonesia sangat banyak. Ada hama yang hanya merusak bagian tanaman, ada pula yang merusak hampir seluruh bagian tanaman. Ada pula yang kehadirannya hanya membahayakan fase tertentu, tetapi ada pula yang dapat merusak sepanjang pertumbuhan tanaman. Selain itu, ada serangga yang imago maupun larva atau nimfanya merusak tanaman.

Tanaman kedelai sejak tumbuh hingga tanaman tua tidak luput dari serangan hama. Hama yang menyerang tanaman kedelai meliputi 111 jenis, tetapi tidak semua jenis tersebut menimbulkan kerugian. Jenis hama penting dan sering menimbulkan kerugian pada tanaman kedelai disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa hama penting dan pola infestasinya selama pertumbuhan tanaman kedelai.

Jenis hama	Umur tanaman (hari)				
	< 10	11-30	31-50	51-70	> 70
<i>Ophiomyia phaseoli</i>	+++	+			
<i>Melanagromyza sojae</i>	+	+			
<i>Melanagromyza dolichostigma</i>		+			
<i>Agrotis</i> spp.	++	+			
<i>Longitarsus suturellinus</i>	+	+	+	+	
<i>Aphis glycines</i>	+++	+++	++		
<i>Bemisia tabaci</i>	+++	+++	++	+	
<i>Phaedonia inclusa</i>	+++	+++	+++	++	
<i>Spodoptera litura</i>		+	++	+++	
<i>Crysodeixis chalcites</i>		+	++	++	
<i>Lamprosema indicata</i>		+	+	+	
<i>Helicoverpa</i> sp.		+++	++	++	
<i>Etiella</i> spp.			++	+++	+
<i>Riptortus linearis</i>			+++	+++	++
<i>Nezara viridula</i>			+++	+++	++
<i>Piezodorus hubneri</i>			+++	+++	++

Keterangan: + = kehadirannya kurang membahayakan tanaman

++ = kehadirannya membahayakan tanaman

+++ = kehadirannya sangat membahayakan tanaman

Sumber: Marwoto *et al.* (1999)

3.2. Bioekologi Hama Utama pada Tanaman Kedelai

3.2.1. Lalat Bibit Kacang *Ophiomyia phaseoli* Tryon

Diptera: Agromyzidae

Biologi dan morfologi

Lalat kacang betina meletakkan telur pada tanaman muda yang baru tumbuh. Telur diletakkan di dalam lubang tusukan di antara epidermis atas dan bawah keping biji atau disisipkan dalam jaringan mesofil dekat pangkal keping biji atau pangkal helai daun pertama dan kedua.

Telur berwarna putih seperti mutiara dan berbentuk lonjong dengan ukuran panjang 0,31 mm dan lebar 0,15 mm. Setelah dua hari, telur menetas dan keluar larva. Larva lalat kacang berukuran

kecil, mula-mula berwarna putih kuning kemudian berubah menjadi kecoklatan. Larva masuk ke dalam keping biji atau pangkal helai daun pertama dan kedua, kemudian membuat lubang gerakan sambil makan.

Larva kemudian menggerek batang melalui kulit batang sampai ke pangkal akar lalu berkepompong di bawah epidermis kulit batang atau kulit akar pada pangkal batang atau pangkal akar. Pada pertumbuhan penuh, panjang tubuh larva mencapai 3,75 mm. Kepompong mula-mula berwarna kuning kemudian berubah menjadi kecoklat-coklatan.

Tanda serangan

Serangan lalat kacang ditandai oleh adanya bintik-bintik putih pada keping biji dan pada daun pertama atau kedua. Bintik-bintik tersebut merupakan bekas tusukan alat peletak telur lalat kacang betina. Tanda serangan larva pada keping biji dan daun berupa garis berkelok-kelok berwarna coklat. Pada batang, ulat menggerek melengkung mengelilingi batang di bawah kulit batang dan akhirnya berkepompong pada pangkal batang. Akibat gerakan tersebut, tanaman menjadi layu, mengering, dan mati.

Tanaman inang

Selain kedelai, lalat kacang juga dapat menyerang kacang hijau, kacang merah, kacang uci, kacang tunggak, kacang hiris, orok-orok, *Vigna kosei*, *Phaseolus mungo*, *P. trilobus*, dan *P. semierectus*.

3.2.2. Lalat Batang Kacang *Melanagromyza sojae* Zehntner Diptera : Agromyzidae

Biologi dan morfologi

Imago lalat batang ini berwarna hitam, bentuk tubuhnya serupa dengan lalat bibit kacang dengan sayap transparan. Ukuran tubuh serangga betina 1,88 mm dan serangga jantan 3,90 mm. Telur diletakkan pada bagian bawah daun di sekitar pangkal tulang daun dari daun ketiga dan daun yang lebih muda. Telur berbentuk oval

dengan ukuran panjang 0,36 mm dan lebar 0,13 mm. Setelah 2-7 hari, telur menetas menjadi larva.

Larva yang baru keluar makan pada jaringan daun kemudian menuju batang melalui tangkai daun lalu masuk dan menggerakkan batang bagian dalam. Kepompong terbentuk di dalam batang dengan ukuran panjang 2,35 mm dan lebar 0,80 mm.

Tanda serangan

Pada daun muda terdapat bintik-bintik bekas tusukan alat peletak telur. Lubang gerakan larva pada batang dapat menyebabkan tanaman layu, mengering, dan mati.

Tanaman inang

Lalat batang kacang dapat juga menyerang kacang hiris, indigo, kacang uci, kacang hijau, *Flemingia* sp., dan *Phaseolus sublobatus*.

3.2.3. Lalat Pucuk Kacang *Melanagromyza dolichostigma*

Zehntner

Diptera : Agromyzidae

Biologi dan morfologi

Serangga dewasa berupa lalat berwarna hitam, bentuknya serupa dengan lalat kacang. Panjang tubuh serangga betina 2,25 mm dan lebar tubuh 0,64 mm dengan rentang sayap 5,65 mm, sedangkan serangga jantan mempunyai panjang tubuh 1,95 mm dan lebar 0,66 mm dengan rentang sayap 5,15 mm.

Telur diletakkan pada permukaan bawah dari daun-daun bagian pucuk yang belum membuka. Telur berwarna hijau keputih-putihan, berbentuk lonjong dengan ukuran panjang 0,38 mm dan lebar 0,15 mm. Setelah keluar dari telur, larva makan dan menggerakkan jaringan daun, kemudian menuju pucuk tanaman melalui tulang daun. Panjang tubuh larva yang telah tumbuh penuh berkisar 3,30-3,76 mm dengan lebar 0,7 mm. Kepompong dibentuk di dalam batang bagian pucuk. Panjang kepompong berkisar 2,35-2,55 mm dengan lebar 0,42 mm.

Tanda serangan

Terdapat bintik-bintik putih pada permukaan bawah daun. Serangan lalat pucuk pada tingkat populasi tinggi menyebabkan helai daun pada satu tangkai daun layu seluruhnya. Serangan pada awal pertumbuhan tanaman umumnya jarang terjadi. Kematian pucuk berlangsung pada saat pembungaan.

Tanaman inang

Selain tanaman kedelai, lalat pucuk juga dapat menyerang kacang uci, kacang buncis, *Soya hispida*, *Crotalaria juncea*, dan *C. mucunoides*.

3.2.4. Kutu Kebul *Bemisia tabaci* Gennadius

Homoptera : Aleyrodidae

Biologi dan morfologi

Serangga dewasa kutu kebul berwarna putih dengan sayap jernih, ditutupi lapisan lilin yang bertepung. Ukuran tubuhnya berkisar 1-1,5 mm. Serangga dewasa meletakkan telur di permukaan bawah daun muda. Telur berwarna kuning terang dan bertangkai seperti kerucut. Stadia telur berlangsung selama enam hari.

Serangga muda (nimfa) yang baru keluar dari telur berwarna putih pucat, tubuhnya berbentuk bulat telur dan pipih. Hanya instar satu yang kakinya berfungsi, sedang instar dua dan tiga melekat pada daun selama masa pertumbuhannya. Panjang tubuh nimfa 0,7 mm. Stadia pupa terbentuk pada permukaan daun bagian bawah. Jenis lain yang lebih besar disebut *Aleurodicus dispersus* atau kutu putih.

Tanda serangan

Serangga muda dan dewasa mengisap cairan daun. Ekskreta kutu kebul menghasilkan embun madu yang merupakan medium tumbuh cendawan jelaga sehingga tanaman sering tampak berwarna hitam. Kutu kebul merupakan serangga penular penyakit *coupea mild mottle virus* (CMMV) pada kedelai dan kacang-kacangan lain.

Tanaman inang

Hama ini dapat menyerang tanaman dari famili Compositae, Cucurbitaceae, Cruciferae, Solanaceae, dan Leguminosae.

3.2.5. Kutu Daun *Aphis glycines* Matsumura **Homoptera : Aphididae**

Biologi dan morfologi

Di daerah tropis, populasi *A. glycines* hanya terdiri atas serangga betina. Serangga ini berbiak secara partenogenesis, yaitu cara pembiakan tanpa pembuahan sel telur oleh serangga jantan. Kotoran kutu daun mengandung gula sehingga sering kali dijumpai semut yang menggerombol di dekat koloni *Aphis*.

Tubuh *A. glycines* berukuran kecil, lunak, dan berwarna hijau agak kekuning-kuningan. Sebagian besar jenis serangga ini tidak bersayap, tetapi bila populasi meningkat, sebagian serangga dewasanya membentuk sayap yang bening. *Aphis* dewasa yang bersayap ini kemudian berpindah ke tanaman lain untuk membentuk koloni yang baru. Serangga ini menyukai bagian-bagian muda dari tanaman inangnya. Panjang tubuh *Aphis* dewasa berkisar antara 1-1,6 mm.

Nimfa *Aphis* dapat dibedakan dari imagonya berdasarkan jumlah ruas antena yang lebih sedikit pada nimfa yang lebih muda. Jumlah antena nimfa instar satu umumnya 4 atau 5 ruas, instar kedua 5 ruas, instar tiga 5 atau 6 ruas, dan instar empat atau imago 6 ruas.

Tanda serangan

Serangga muda (nimfa) dan imago mengisap cairan tanaman. Serangan pada pucuk tanaman muda menyebabkan pertumbuhan tanaman kerdil. Hama ini juga bertindak sebagai vektor (serangga penular) berbagai penyakit virus kacang-kacangan (*soybean mosaic virus*, *soybean yellow mosaic virus*, *bean yellow mosaic virus*, *soybean dwarf virus*, *peanut stripe virus*, dll). Hama ini menyerang tanaman kedelai muda sampai tua. Cuaca yang panas pada musim kemarau sering menyebabkan populasi hama kutu daun ini meningkat.

Tanaman inang

Hama ini mempunyai inang yang sangat terbatas yaitu hanya kedelai dan *Rhamnus* spp.

3.2.6. Tungau Merah *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval Acarina : Tetranychidae

Biologi dan morfologi

Tubuh tungau berwarna merah dengan tungkai putih. Panjang tubuhnya sekitar 0,5 mm. Perkembangan dari telur hingga menjadi tungau dewasa berlangsung lebih kurang 15 hari.

Telur diletakkan di permukaan bawah daun kedelai. Warna telur kuning pucat dan berbentuk bulat dengan ukuran 0,15 mm. Pada musim kering, perkembangbiakan populasi tungau sangat cepat.

Tanda serangan

Tungau menyerang tanaman dengan mengisap cairan daun sehingga daun berwarna kekuning-kuningan. Pada daun yang terserang akan dijumpai jaringan benang halus yang digunakan oleh tungau dewasa untuk berpindah ke daun lain yang masih segar dengan cara bergantung pada benang.

Tanaman inang

Selain kedelai, tungau merah juga menyerang kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, ubi kayu, pepaya, dan karet.

3.2.7. Wereng Hijau Kedelai *Empoasca* spp.

Homoptera : Cicadelidae

Biologi dan morfologi

Serangga dewasa berwarna hijau kekuningan dengan ukuran 3-4 mm. Rentang hidup terdiri atas periode telur 6 hari, periode nimfa 15 hari dengan 5 instar. Periode dewasa pada serangga jantan 9 hari

dan 11 hari pada betina dengan periode pra-oviposisi 3 hari, oviposisi 4 hari, dan pasca-oviposisi 3 hari. Telur diletakkan pada daun dekat dengan ibu tulang daun sehingga sulit terlihat.

Tanda serangan

Serangga dewasa dan nimfanya mengisap cairan daun. Daun yang terserang pada bagian atasnya kelihatan bercak-bercak putih kekuningan.

Tanaman inang

Selain tanaman kedelai, wereng hijau kedelai juga menyerang kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, dan kapas.

3.2.8. Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius **Lepidoptera : Noctuidae**

Biologi dan morfologi

Serangga dewasa berupa ngengat abu-abu, meletakkan telur pada daun secara berkelompok. Ukuran tubuh ngengat betina 1,4 cm, sedangkan ngengat jantan 1,7 cm. Setiap kelompok telur terdiri atas 30-700 butir yang ditutupi oleh bulu-bulu berwarna merah kecoklatan. Telur akan menetas setelah tiga hari.

Ulat yang baru keluar dari telur berkelompok di permukaan daun dan makan epidermis daun. Setelah beberapa hari, ulat mulai hidup berpisah. Ulat grayak aktif makan pada malam hari, meninggalkan epidermis atas dan tulang daun sehingga daun yang terserang dari jauh terlihat berwarna putih. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 50 mm. Kepompong terbentuk di dalam tanah. Setelah 9-10 hari, kepompong akan berubah menjadi ngengat dewasa.

Tanda serangan

Selain daun, ulat dewasa dapat memakan polong muda dan tulang daun muda, sedang pada daun yang tua, tulang-tulangannya akan tersisa.

Tanaman inang

Selain kedelai, ulat grayak juga menyerang jagung, kentang, tembakau, kacang hijau, bayam, dan kubis.

3.2.9. Ulat Jengkal *Crysodeixis chalcites* Fabricius

Lepidoptera : Noctuidae

Biologi dan morfologi

Ngengat betina meletakkan telur pada permukaan bawah daun secara satu per satu. Mula-mula telur berwarna putih kemudian berubah menjadi kuning. Setelah 3-4 hari, telur akan menetas.

Ulat yang keluar berwarna hijau dan dikenal dengan sebutan ulat jengkal karena perilaku jalannya. Ulat dewasa membentuk kepompong dalam daun yang dianyam. Panjang tubuh ulat yang telah mencapai pertumbuhan penuh sekitar 4 cm. Setelah 7 hari, kepompong akan berubah menjadi ngengat. Ukuran tubuh ngengat betina 1,3 cm, sedangkan yang jantan 1,7 cm.

Tanda serangan

Ulat makan daun dari arah pinggir. Serangan berat pada daun mengakibatkan yang tersisa tinggal tulang-tulang daun dan keadaan ini biasanya terjadi pada fase pengisian polong.

Tanaman inang

Ulat jengkal bersifat polifag. Selain kedelai, ulat jengkal juga menyerang tanaman jagung, kentang, tembakau, dan kacang-kacangan lain.

3.2.10. Ulat Penggulung Daun *Omiodes* (= *Lamprosema*, *Hedylepta*) *indicata* Fabricius **Lepidoptera : Pyralidae**

Biologi dan morfologi

Ngengat betina berukuran kecil, berwarna coklat kekuningan dengan lebar rentang sayap 20 mm. Ngengat betina meletakkan telur secara berkelompok pada daun-daun muda. Setiap kelompok terdiri atas 2-5 butir.

Ulat yang keluar dari telur berwarna hijau, licin, transparan, dan agak mengilap. Pada bagian punggung (toraks) terdapat bintik hitam. Seperti namanya, ulat ini membentuk gulungan daun dengan merekatkan daun yang satu dengan yang lain dari sisi dalam dengan zat perekat yang dihasilkan. Di dalam gulungan, ulat memakan daun sehingga akhirnya tinggal tulang daun yang tersisa. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 20 mm. Kepompong terbentuk di dalam gulungan daun. Kadang-kadang ulat jenis *Tortricidae* dijumpai dalam gulungan daun.

Tanda serangan

Serangan hama ini terlihat dengan adanya daun-daun yang tergulung menjadi satu. Bila gulungan dibuka, akan dijumpai ulat atau kotorannya yang berwarna coklat hitam.

Tanaman inang

Selain kedelai, ulat ini juga menyerang kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, *Calopogonium* sp., dan kacang tanah.

3.2.11. Kumbang Kedelai *Phaedonia inclusa* Stall **Coleoptera : Crysomelidae**

Biologi dan morfologi

Kumbang kedelai dewasa berbentuk kubah. Kumbang jantan panjangnya 4-5 mm, sedangkan yang betina 5-6 mm. Tubuh kumbang berwarna hitam mengilap dengan bagian kepala dan tepi sayap

depan berwarna kecoklatan. Kumbang dewasa aktif pada pagi dan sore hari, sedangkan pada siang hari bersembunyi di celah-celah tanah. Kumbang dewasa makan daun, pucuk tanaman, bunga, dan polong. Bila tanaman disentuh, kumbang akan menjatuhkan diri seolah-olah mati.

Kumbang kedelai betina meletakkan telur secara berkelompok pada permukaan bawah daun. Telur berbentuk bulat panjang dan berwarna kuning/kuning pucat dengan panjang 1,33 mm. Kelompok telur terdiri atas 5-10 butir. Setelah 4 hari, telur menetas dan keluar larva. Larva yang baru keluar dari telur untuk sementara tinggal di tempat telur diletakkan, kemudian pindah dan makan bagian pucuk bunga dan polong kedelai. Larva muda berwarna abu-abu gelap, sedangkan larva dewasa agak terang. Larva berganti kulit tiga kali. Menjelang menjadi kepompong, larva menuju ke tanah dan berkepompong di sela-sela gumpalan tanah. Kepompong berwarna kuning pucat dengan panjang 3-5 mm. Masa menjadi kepompong 8 hari.

Tanda serangan

Larva dan kumbang dewasa dapat merusak tanaman kedelai sejak tanaman muncul di permukaan tanah sampai panen. Bagian yang dirusak yaitu daun pucuk, bunga, dan polong. Serangan pada daun tampak berlubang-lubang, polong muda luka-luka, sedangkan pada polong tua bagian kulitnya yang dimakan.

Tanaman inang

Selain kedelai, *Phaedonia inclusa* juga menyerang *Desmodium ovalivolum*, *D. trifolium*, *D. gyroides*, dan *Pueraria phaseoloides*.

3.2.12. Ulat Polong *Helicoverpa armigera* Hubner Lepidoptera : Noctuidae

Biologi dan morfologi

Telur diletakkan secara terpecah satu per satu pada daun, pucuk atau bunga pada malam hari. Telur biasanya diletakkan pada tanaman berumur 2 minggu setelah tanam. Telur berwarna kuning muda.

Setelah 2-5 hari, telur menetas menjadi ulat. Ulat yang baru keluar kemudian makan kulit telur. Ulat muda makan jaringan daun, sedangkan ulat instar yang lebih tua sering dijumpai makan bunga, polong muda, dan biji. Warna ulat tua bervariasi, hijau kekuning-kuningan, hijau, coklat atau agak hitam kecoklatan. Tubuh ulat sedikit berbulu. Panjang tubuh ulat pada pertumbuhan penuh sekitar 3 cm dengan lebar kepala 3 mm.

Kepompong *Helicoverpa armigera* terbentuk di dalam tanah. Setelah 12 hari, ngengat akan keluar. Warna tubuh ngengat kuning kecoklatan.

Tanda serangan

Ciri khusus cara makan ulat *H. armigera* ialah kepala dan sebagian tubuhnya masuk ke dalam polong. Selain makan polong, ulat muda juga menyerang daun dan bunga.

Tanaman inang

Serangga hama ini mempunyai banyak tanaman inang, meliputi kacang hijau, kacang buncis, kacang tanah, gude, kentang, tomat, kapas, jagung, kentang, kubis, bawang merah, apel, jarak, tembakau, sorgum, jeruk, dan bunga matahari.

3.2.13. Kepik Polong *Riptortus linearis* Fabricius **Hemiptera : Alydidae**

Biologi dan morfologi

Kepik polong dewasa mirip dengan walang sangit, berwarna kuning coklat dengan garis putih kekuningan di sepanjang sisi badannya. Kepik betina dan jantan dapat dibedakan dari perutnya. Perut kepik betina membesar dan kembung pada bagian tengahnya, sedangkan perut kepik jantan lurus dan ramping. Panjang tubuh kepik betina 13-14 mm dan yang jantan 11-13 mm.

Telur diletakkan berkelompok pada permukaan atas atau bawah daun serta pada polong, berderet 3-5 butir. Telur berbentuk bulat dengan bagian tengah agak cekung, berdiameter 1,2 mm. Telur

berwarna biru keabu-abuan kemudian berubah menjadi coklat suram. Setelah 6-7 hari, telur menetas dan keluar kepik muda (nimfa).

Dalam perkembangannya, kepik muda mengalami lima kali pergantian kulit. Tiap pergantian kulit terdapat perbedaan bentuk, warna, ukuran, dan umurnya. Kepik muda mirip semut hitam. Rata-rata panjang tubuh nimfa pertama sampai kelima berturut-turut 2,6 mm, 4,2 mm, 6,0 mm, 7,0 mm, dan 9,9 mm.

Di Nusa Tenggara Barat ditemukan jenis *Riptortus* yang lain, kadang-kadang populasinya bercampur dengan *Riptortus linearis*. Garis kuning yang terdapat pada badan tidak memanjang sepanjang badannya, tetapi terputus oleh warna putih pada satu segmen antenanya.

Tanda serangan

Kepik muda dan dewasa mengisap cairan polong dan biji. Cara menyerangnya dengan menusukkan *stilet* pada kulit polong dan terus ke biji kemudian mengisap cairan biji. Serangan yang terjadi pada fase perkembangan biji dan pertumbuhan polong menyebabkan polong dan biji kempes, kemudian mengering dan polong gugur.

Tanaman inang

Selain kedelai, kepik polong juga menyerang *Tephrosia* spp., *Acacia villosa*, dadap, *Desmodium*, Solanaceae, Convolvulaceae, *Crotalaria*, kacang panjang, dan kacang hijau.

3.2.14. Kepik Hijau *Nezara viridula* Linnaeus

Hemiptera : Pentatomidae

Biologi dan morfologi

- Terdapat tiga varietas kepik hijau, yaitu (1) *N. viridula* var. *smaragdula* (berwarna hijau polos), (2) *N. viridula* var. *torquata* (berwarna hijau dengan kepala dan bagian toraks berwarna jingga atau kuning keemasan), dan (3) *N. viridula* var. *aurantiaca* (kuning kehijauan dengan tiga bintik hijau pada bagian dorsal).

Kepik hijau dewasa mulai datang di pertanaman kedelai menjelang pembungaan. Telur diletakkan secara berkelompok rata-rata 80 butir pada permukaan daun bagian bawah, permukaan daun bagian atas, polong, dan batang tanaman. Bentuk telur seperti cangkir, berwarna kuning dan berubah menjadi merah bata ketika akan menetas.

Telur menetas setelah 5-7 hari. Nimfa (kepek muda) yang keluar terdiri atas lima instar yang mempunyai perbedaan warna dan ukuran. Kepik muda yang baru keluar tinggal bergerombol di atas kulit telur. Kepik muda instar 4 mulai menyebar ke tanaman sekitarnya. Pada pagi hari, kepek biasanya tinggal di permukaan daun bagian atas, tetapi pada siang hari akan turun ke bagian polong untuk makan dan berteduh. Panjang tubuh nimfa instar 1 sampai instar 5 berturut-turut 1,2 mm, 2 mm, 3,6 mm, 6,9 mm, dan 10,2 mm.

Tanda serangan

Kepik muda dan dewasa merusak polong dan biji dengan menusukkan stiletnya pada kulit polong terus ke biji kemudian mengisap cairan biji. Kerusakan yang diakibatkan oleh kepek hijau menyebabkan penurunan hasil dan kualitas biji.

Tanaman inang

Tanaman inang selain kedelai ialah padi, kacang-kacangan, *Crotalaria*, kentang, wijen, jagung, tembakau, cabai, dan *Tephrosia*.

3.2.15. Kepik *Piezodorus rubrofasciatus* Fabricius Hemiptera : Pentatomidae

Biologi dan morfologi

Kepik dewasa mirip dengan *Nezara* yaitu berwarna hijau, mempunyai garis melintang pada lehernya. Panjang badannya sekitar 8,8-2,0 mm. Kepik jantan mempunyai garis yang berwarna merah muda, sedangkan kepek betina mempunyai garis yang berwarna

putih. Telur diletakkan berkelompok pada permukaan daun bagian atas, pada polong, batang atau di rumput. Tiap kelompok terdiri atas dua baris, berjumlah 9-42 butir. Telur berbentuk tong, berwarna abu-abu kehitaman dengan strip putih di tengahnya.

Setelah empat hari, telur menetas dan keluar kepik muda (nimfa). Selama perkembangannya menjadi dewasa, kepik muda mengalami lima kali ganti kulit. Kepik muda yang baru keluar dari telur tidak makan dan berkelompok pada permukaan kulit telur. Setelah ganti kulit, kepik muda mulai menyebar untuk mencari makan. Panjang tubuh nimfa instar 1 sampai instar 5 berturut-turut 1,10 mm, 2,23 mm, 3,34 mm, 5,30 mm, dan 8,59 mm.

Tanda serangan

Kepik muda dan dewasa menyerang tanaman dengan cara menusuk polong dan biji serta mengisap cairan biji pada semua stadia pertumbuhan polong dan biji. Kerusakan yang diakibatkan oleh kepik pengisap ini dapat menurunkan hasil dan kualitas biji.

Tanaman inang

Selain menyerang kedelai, kepik ini juga dijumpai pada tanaman kacang hijau dan kacang panjang.

3.2.16. Penggerek Polong Kedelai *Etiella zinckenella* Triet, *Etiella hobsoni* Butler Lepidoptera : Pyralidae

Biologi dan morfologi

Ngengat *E. zinckenella* berwarna keabu-abuan dan mempunyai garis putih pada sayap depan. *E. hobsoni* tidak mempunyai garis putih pada sayapnya. Telur diletakkan berkelompok di bagian bawah daun, kelopak bunga atau pada polong. Tiap kelompok telur terdiri atas 4-15 butir. Telur berbentuk lonjong dengan diameter 0,6 mm. Pada saat diletakkan, telur berwarna putih mengilap, kemudian berubah menjadi kemerahan dan berwarna jingga ketika akan menetas.

Setelah 3-4 hari, telur menetas dan keluar ulat. Ulat yang baru keluar dari telur berwarna putih kekuningan dan kemudian berubah menjadi hijau dengan garis merah memanjang. Ulat instar 1 dan 2 menggerek kulit polong, kemudian masuk menggerek biji dan hidup di dalam biji. Setelah instar 2, ulat hidup di luar biji. Dalam satu polong sering dijumpai lebih dari satu ekor ulat. Ulat instar akhir mempunyai panjang 13-15 mm dengan lebar 2-3 mm.

Kepompong dibentuk dalam tanah dengan terlebih dulu membuat sel dari tanah. Kepompong berwarna coklat dengan panjang 8-10 mm dan lebar 2 mm. Setelah 9-15 hari, kepompong berubah menjadi ngengat.

Tanda serangan

Tanda serangan berupa lubang gerakan berbentuk bundar pada kulit polong. Apabila terdapat dua lubang gerakan pada polong tersebut berarti ulat sudah meninggalkan polong.

Tanaman inang

Selain kedelai, hama ini juga menyerang *Crotalaria striata*, kacang tunggak, kacang lima (*Phaseolus lunatus*), *Tephrosia candida*, *C. juncea*, kacang hijau, dan kacang tanah.

Bab 4

Ekosistem Pemicu Timbulnya Hama pada Tanaman Kedelai

4.1. Perubahan Iklim Global

Pemanasan global mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrem. Perubahan iklim tersebut mendorong peningkatan suhu bumi yang telah dan akan mengubah kondisi iklim global, regional, dan lokal. Perubahan iklim diyakini akan berdampak terhadap berbagai aspek kehidupan dan pembangunan, terutama sektor pertanian, dan dikhawatirkan akan mendatangkan masalah baru bagi keberlanjutan produksi pertanian, terutama tanaman pangan (Irianto 2009). Pemanasan global dapat menyebabkan perubahan nyata dalam sistem fisik dan biologis seperti peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin, masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi, serta frekuensi serangan hama dan penyakit (Witular 2008).

Berdasarkan hasil pemantauan, dampak pemanasan global yang paling berpengaruh terhadap produksi tanaman ialah kekeringan, penurunan/peningkatan curah hujan, dan peningkatan suhu udara. Penurunan curah hujan akibat variabilitas iklim maupun perubahan musiman disertai dengan peningkatan suhu telah menimbulkan dampak yang nyata terhadap ekosistem pertanian (kekeringan/ketersediaan air terbatas, menurun/meningkatnya curah hujan, gangguan hama dan penyakit tanaman).

Tanda-tanda di lapangan menunjukkan kaitan yang kuat antara masalah hama dan penyakit dengan perubahan iklim. Suhu merupakan faktor utama yang berperan dalam perubahan iklim global dan secara langsung berpengaruh terhadap serangga hama (Bale *et al.* 2002). Beberapa pakar telah meramalkan bahwa pemanasan global akan menyebabkan peningkatan intensitas

serangan hama pada tanaman (Cannon 1998; Coley 1998; Wilf dan Labandeira 1999; Bale *et al.* 2002). Hasil penelitian Adler *et al.* (2007) menunjukkan bahwa pemanasan global menurunkan kepadatan populasi aphid di lapangan.

Dalam tiga tahun terakhir terjadi beberapa perubahan yang terkait dengan peningkatan dan penurunan serangan hama maupun penyakit. Thrips merupakan hama yang akhir-akhir ini makin merusak. Thrips menimbulkan kerugian besar pada usaha tani cabai di Tegal, Brebes, Pati, Klaten, Magelang, dan Wonogiri Jawa Tengah pada musim kemarau tahun 2006. Saat itu populasi hama sangat tinggi dan tingkat kerusakan yang ditimbulkan tergolong berat. Di lapangan tidak ada satu pestisida sintesis pun yang efektif mengendalikannya. Populasi Thrips bisa meledak bila kemarau semakin kering dan suhu rata-rata semakin panas (Wiyono 2009).

Selama tiga tahun terakhir juga terjadi penurunan penyakit hawar daun tomat, *Phytophthora infestans*. Sebelumnya, penyakit ini merupakan penyakit tomat paling merusak di dataran tinggi. Penyakit hawar daun tomat lebih berkembang pada kondisi sejuk, 18-22°C, dan lembap. Selain itu, penyakit embun bulu pada bawang merah dan bawang daun yang disebabkan oleh cendawan *Peronospora destructor* merupakan penyakit paling merusak di dataran tinggi pada 1997. Namun, pada tahun 2007 dan 2008 serangannya justru sangat rendah karena suhu rata-rata bumi yang meningkat sehingga kondisi dataran tinggi pun menjadi lebih hangat (Wiyono 2009).

Pengaruh kenaikan suhu terhadap perkembangan dan pertumbuhan serangga hama dalam kondisi lingkungan suhu optimum berupa kecepatan proses metabolisme serangga hama yang meningkat berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungan. Hal ini berarti apabila suhu naik, proses metabolisme serangga bertambah cepat. Proses metabolisme di dalam tubuh serangga hama merupakan fenomena fisis kimia yang serba kompleks dan proses ini menentukan kecepatan tumbuh maupun berkembangnya suatu organisme. Apabila metabolisme berlangsung cepat maka perkembangan serangga hama pun semakin meningkat. Waktu yang dibutuhkan serangga hama untuk berkembang berbanding terbalik dengan suhu. Bila suhu meningkat maka proses metabolisme makin cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perkembangan serangga semakin cepat. Bellotti (1990) melaporkan

bahwa perkembangan tungau mulai dari telur sampai imago sangat dipengaruhi oleh suhu udara. Waktu perkembangan tungau *T. urticae* di laboratorium pada suhu 15°C, 20°C, 25°C, dan 30°C masing-masing adalah 30, 16, 8, dan 7 hari. Siklus lalat rumah, *Musca domestica* juga sangat dipengaruhi oleh suhu udara. Pada suhu 85° F dibutuhkan 10 hari untuk menyelesaikan satu siklus hidupnya, pada 70° F dibutuhkan 21 hari, dan pada 60° F dibutuhkan 45 hari (Stafford 2008).

Pengaruh suhu pada aktivitas terbang serangga hama sangat nyata, efek yang dihasilkan sangat besar, walaupun perbedaan itu hanya beberapa derajat. Dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan serangga hama, kenaikan suhu akan memicu aktivitas terbang serangga hama. Suhu juga berpengaruh terhadap pembiakan serangga hama. Dalam kondisi tertentu, umur kedewasaan kelamin memendek dengan naiknya suhu. Di alam terbuka, persyaratan suhu yang dibutuhkan oleh serangga untuk mengadakan aktivitas seksual kebanyakan berhubungan dengan cahaya, lengas, dan faktor iklim lain, terutama cahaya. Hujan berpengaruh terhadap perkembangan dan aktivitas serangga hama. Efek mekanis hujan merupakan pengaruh yang langsung. Hujan yang lebat akan menghanyutkan sebagian besar populasi jenis serangga-serangga kecil dan lemah seperti kutu daun (tungau, aphid, dan kutu kebul). Populasi kutu kebul (*B. tabaci*) pada tanaman kedelai akan rendah pada musim hujan dan meningkat pada musim kemarau (Marwoto *et al.* 2008). Populasi hama kutu daun akan meningkat pada musim kering dengan suhu yang tinggi dan lengas udara yang rendah.

Pada suatu ekosistem, banyak mekanisme alami yang bekerja secara efektif dan efisien dalam menjaga kelestarian dan keseimbangan ekologi sehingga dapat menekan populasi suatu hama. Mekanisme alami tersebut meliputi faktor biofisik (iklim) dan faktor biologis (predatisme, parasitisme, patogenitas, persaingan intra/interspesies, suksesi, produktivitas, dan stabilitas) (Untung 2006). Jaring-jaring makanan merupakan unsur ekosistem yang cukup penting dalam pengelolaan hama.

Dalam pola tanam di lahan sawah, kedelai merupakan tanaman kedua atau ketiga setelah padi yang jatuh pada musim kemarau. Pola tanam yang biasa dipraktikkan petani ialah padi – padi – kedelai,

padi – kedelai – kedelai atau padi – kedelai untuk daerah tadah hujan atau pengairan terbatas. Faktor pemicu hama kedelai yang sering menjadi masalah dalam kaitannya dengan isu pemanasan global ialah (1) pertanaman kedelai musim ketiga (musim kemarau II) biasanya kekurangan air dan suhu meningkat sehingga umumnya serangan hama lebih besar, (2) sistem tanam tidak serentak dalam satu areal yang luas sehingga tanaman yang terlambat tanam akan menderita kekurangan air, suhu tinggi, dan populasi hama penyakit menjadi lebih meningkat, dan (3) cuaca yang panas mendorong peningkatan populasi hama (Marwoto 2007).

Perubahan iklim merupakan proses alami yang merupakan kecenderungan yang terus-menerus dalam jangka panjang. Oleh karena itu, strategiantisipasi dan penyiapan teknologi adaptasi merupakan aspek kunci yang harus dipersiapkan secara matang menjadi rencana strategis kementerian pertanian dalam rangka menyikapi perubahan iklim (Irianto 2009). Penerapan konsep PHT perlu dipertimbangkan secara matang agar kondisi lingkungan dan cara tanam dapat diatur sedemikian rupa sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan hama.

4.2. Ekosistem Mikro Tanaman Kedelai Mendorong Peningkatan Populasi Hama

Lingkungan yang sering menjadi masalah dalam kaitannya dengan ekosistem mikro adalah:

1. Tanaman kedelai musim tanam ketiga dalam pola tanam padi-padi-kedelai (musim kemarau II) umumnya mendapat serangan hama dan penyakit lebih besar.
2. Waktu tanam tidak serentak dalam satu areal yang luas.
3. Cuaca yang panas mendorong peningkatan populasi hama dan penyakit.
4. Aplikasi insektisida yang tidak tepat akan berdampak terhadap musuh alami, resistensi, dan resurgensi.

Dalam rangka pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kedelai, kedudukan tanaman kedelai dalam agroekosistem perlu dipertimbangkan secara matang agar kondisi lingkungan dan cara

tanam dapat diatur sedemikian rupa sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan hama. Keragaman dalam praktik budi daya tanaman yang sering menimbulkan masalah hama adalah sebagai berikut:

1. Keragaman waktu tanam: waktu tanam yang tidak seragam sering menimbulkan masalah hama karena stadia pertumbuhan yang dikehendaki hama selalu ada.
2. Keragaman benih: sukses tidaknya usaha tani kedelai salah satunya bergantung pada benih, terutama daya tumbuh dan kesehatan benih (bebas hama dan penyakit).
3. Keragaman ketersediaan air: kerusakan tanaman akibat serangan hama dan penyakit akan semakin parah jika terjadi kekurangan air.
4. Keragaman kondisi kesuburan tanah.
5. Keragaman tingkat pengendalian hama, yang biasanya pengendalian masih bersifat individu dan bukan atas dasar musyawarah kelompok.
6. Keragaman dalam penanganan pascapanen.

Keragaman faktor budi daya tanaman ini harus diperhatikan dalam rangka pengendalian hama berdasarkan pertimbangan ekosistem.

Bab 5

Pola Pengendalian Hama di Tingkat Petani

Pola pengendalian hama di tingkat petani dalam kaitannya dengan budi daya tanaman pada umumnya melalui beberapa tahapan (Untung 2006). Pada tahapan permulaan, sebagian besar petani mengusahakan lahan pertaniannya untuk memenuhi kebutuhan sendiri. Pada tahapan ini, petani tidak menggunakan masukan produksi seperti pupuk dan pestisida kimia sehingga produktivitasnya masih rendah. Cara pengendalian hama yang biasa dilakukan pada saat itu ialah dengan cara mekanik, fisik atau bercocok tanam. Pada tanaman kedelai, tahapan ini berlaku hingga akhir tahun 1960-an.

Tahapan berikutnya ialah tahap budi daya secara intensif. Pada tahap ini, usaha tani telah berkembang, lahan menjadi luas dengan tujuan memperoleh tingkat produktivitas yang tinggi. Hasil pertanian dipasarkan di dalam atau luar negeri. Perubahan tujuan usaha tani dari tahapan permulaan ke tahapan intensif mengakibatkan penggunaan teknologi modern semakin intensif, termasuk pupuk dan pestisida. Pada tahapan ini, petani memperoleh peningkatan produksi yang nyata. Kenyataan ini semakin mendorong petani untuk meningkatkan penggunaan pestisida dan masukan produksi lainnya.

Tahapan berikutnya ialah tahapan kritis. Setelah beberapa waktu petani berada pada tahap eksploitasi, semakin dirasakan bahwa untuk memperoleh hasil pengendalian yang sama diperlukan penggunaan pestisida yang semakin sering dengan dosis yang terus meningkat. Biaya pengendalian hama semakin meningkat dan keuntungan yang diperoleh semakin menurun.

Tahapan kritis yang berkelanjutan akan memasuki tahap yang tidak diinginkan, yaitu tahapan bencana. Pada tahapan ini, pengendalian hama dengan pestisida sudah tidak lagi mendatangkan keuntungan. Biaya yang dikeluarkan untuk pengendalian hama

semakin meningkat, tetapi serangan hama tidak semakin berkurang bahkan terus meningkat. Petani berusaha meningkatkan frekuensi dan dosis penyemprotan insektisida. Pada daerah yang petaninya mempunyai modal yang cukup, hampir 90% petani menggunakan insektisida sebagai alat utama untuk mengendalikan hama. Di beberapa daerah, pemakaian insektisida sangat intensif dengan dosis dan frekuensi yang tinggi, namun ada pula yang kurang atau di bawah dosis yang dianjurkan. Kedua cara tersebut berdampak negatif dan hama tidak dapat dikendalikan dengan baik karena timbulnya masalah resistensi dan resurgensi pada hama sasaran (Marwoto 2012). Tindakan yang dibenarkan dalam pengelolaan hama secara terpadu ialah pengendalian hama dengan pestisida berdasarkan ada tidaknya hama atau berdasarkan ambang kendali. Tindakan pencegahan akan memboroskan penggunaan pestisida yang harganya semakin mahal, sedangkan pengendalian berdasarkan keadaan tanaman yang sudah rusak sering merupakan tindakan yang terlambat sehingga populasi hama sulit dikendalikan.

Beberapa penyebab gagalnya petani dalam menanggulangi hama ialah:

- a. Lemahnya kemampuan dalam identifikasi hama dan gejala serangan. Pada umumnya petani hanya mengenal jenis hama yang sedang makan/merusak tanaman, padahal tidak semua fase pertumbuhan hama memakan tanaman. Serangga hama dari ordo Lepidoptera hanya larvanya saja yang berstatus sebagai hama tanaman, sedangkan ngengat/kupu-kupu, kepompong, dan telur tidak makan/merusak tanaman. Pengetahuan perubahan (metamorfosis) serangga hama belum banyak dikuasai oleh petani. Lemahnya kemampuan identifikasi dan pemantauan menyebabkan waktu dan tindakan pengendalian tidak tepat. Di samping itu, petani juga belum mengenal dengan baik hama dan musuh alami (predator dan parasitoid).
- b. Tindakan pengendalian yang terlambat. Lemahnya kemampuan dalam identifikasi hama dan pengenalan gejala kerusakan menyebabkan tindakan pengendalian sering terlambat. Hasil survei menunjukkan bahwa petani kedelai yang memiliki alat semprot sendiri hanya berkisar 10-15%, sedangkan yang lain bergantung pada peminjaman atau sewa. Keterbatasan pemilikan alat semprot ini menyebabkan petani sering terlambat

melakukan tindakan pengendalian hama karena pada saat dibutuhkan tindakan pengendalian, alat semprot tidak tersedia (Marwoto *et al.* 1991). Populasi hama yang tinggi dan larva/ulat yang sudah mencapai instar empat atau ulat sudah lebih dari 3 cm akan lebih tahan terhadap pestisida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ulat grayak instar lima tahan terhadap aplikasi insektisida atau tingkat kematian ulat hanya 40-50% (Laba dan Soekarna 1986).

- c. Aplikasi insektisida yang kurang tepat. Teknik aplikasi insektisida di tingkat petani sering tidak tepat sasaran. Dosis pestisida yang digunakan pada umumnya terlalu rendah. Berdasarkan hasil survei, petani menggunakan insektisida dengan dosis dan konsentrasi yang lebih rendah dari seharusnya (Marwoto *et al.* 1991). Konsentrasi anjuran penggunaan pestisida untuk pengendalian hama berkisar antara 2-4 ml/l air, bergantung pada jenis bahan aktif pestisida. Namun, kenyataannya banyak petani yang menggunakan pestisida dengan konsentrasi kurang dari 2 ml/l air, walaupun sebagian telah menggunakannya dengan konsentrasi yang benar (Tabel 2.). Bila penggunaan konsentrasi pestisida dikaitkan dengan volume semprot air per hektare maka dosis yang digunakan petani tidak memenuhi anjuran. Volume semprot yang digunakan petani rata-rata 15-20 tangki per hektare atau 225-300 l/ha, sedangkan volume semprot anjuran berkisar antara 400-500 l/ha. Pemakaian dosis yang rendah ini menyebabkan pengendalian hama menjadi tidak efektif dan masalah hama kedelai tidak dapat diselesaikan.

Tabel 2. Penggunaan konsentrasi insektisida untuk mengendalikan hama kedelai di sentra kedelai di Jawa Timur.

Konsentrasi (ml/l air)	Jumlah petani yang menggunakan (%)		
	Ponorogo	Pasuruan	Lumajang
< 2 (rendah)	20	70	53
2-4 (cukup)	67	27	12
>4 (berlebihan)	5	3	6

Sumber: Marwoto *et al.* (1999)

- d. Pengetahuan petani tentang pengenalan jenis dan perilaku hama belum memadai. Untuk melaksanakan tindakan pengendalian hama secara bijaksana diperlukan pengetahuan tentang jenis dan perilaku hama yang menyerang tanaman. Kebanyakan petani hanya mengenal jenis hama pada saat stadia merusak tanaman, sedangkan “hama” pada stadia tidak aktif merusak tanaman belum banyak diketahui. Informasi bioekologi hama dan musuh alami pada umumnya belum diketahui oleh petani. Dibandingkan dengan hama padi, informasi tentang bioekologi hama tanaman kedelai masih sangat kurang. Informasi bioekologi hama sangat penting untuk proses pemantauan dan pengambilan keputusan dalam tindakan pengendalian hama.

Tahap pengendalian hama terpadu menumbuhkan kesadaran akan keseimbangan ekologi. Petani menjadi sadar bahwa PHT mendatangkan manfaat dan keuntungan yang optimal dari usaha taninya. PHT merupakan sistem pengelolaan hama dengan memanfaatkan semua teknik pengendalian yang sesuai dan kompatibel untuk mengurangi populasi hama dan mempertahankannya tetap di bawah aras kerusakan ekonomi.

Bab 6

Komponen Pengendalian Hama Kedelai

Komponen-komponen pengendalian hama yang dapat dipadukan dalam penerapan PHT pada tanaman kedelai diuraikan berikut ini.

6.1. Pengendalian Alami

Pengendalian hama secara alami merupakan proses pengendalian yang berjalan sendiri tanpa kesengajaan yang dilakukan manusia. Pengendalian alami terjadi tidak hanya karena bekerjanya musuh alami, tetapi juga karena berfungsinya komponen ekosistem lainnya seperti makanan dan cuaca. Pengendalian alami dengan mengurangi tindakan-tindakan yang dapat merugikan atau mematikan perkembangan musuh alami dapat dilakukan melalui tumpang sari untuk merakit ekosistem yang keragamannya tinggi, penggunaan tanaman perangkap yang disukai untuk berlimbung musuh alami (tanaman kacang hijau di hamparan kedelai merupakan terminal untuk berteduh musuh alami). Mengurangi tindakan pengendalian dengan pestisida yang berspektrum luas dapat mempertahankan populasi musuh alami pada ekosistem kedelai.

Menurut Huffaker *et al.* (1971), pengendalian alami disebut juga sebagai keseimbangan alami (*balance of nature*), yaitu menjaga jumlah populasi suatu organisme dalam kisaran batas atas dan batas bawah sebagai hasil tindakan pengelolaan lingkungan keseluruhan, baik lingkungan biotik maupun abiotik. Sampai tingkatan tertentu, pengendalian alami tentu berpengaruh terhadap semua jenis organisme. Pengertian ini menekankan bahwa populasi hama dalam kurun waktu tertentu dan pada kombinasi komponen-komponen ekosistem tertentu berada pada keseimbangan yang dinamis.

Pengendalian alami mengurangi tindakan-tindakan yang dapat merugikan atau mematikan musuh alami. Penyemprotan insektisida dengan dosis yang berlebihan maupun frekuensi aplikasi yang tinggi akan mengancam populasi musuh alami (parasitoid dan predator). Tercatat 75 spesies telah dideskripsi sebagai predator kutu kebul, tetapi hanya spesies tertentu yang mampu menurunkan populasi kutu kebul.

6.2. Pengendalian Mekanik dan Fisik

Tindakan pengendalian mekanik dan fisik dilakukan dengan tujuan mematikan hama untuk mengurangi populasinya, mengganggu aktivitas fisiologis hama, dan mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama. Perbedaan antara pengendalian fisik dan mekanik dengan pengendalian secara budi daya ialah pada pengendalian fisik dan mekanik, tindakan mengubah lingkungan memang ditujukan untuk mematikan atau menghambat kehidupan hama dan bukan merupakan praktik budi daya yang umum.

Pengurangan populasi hama/penyakit dengan cara fisik mekanik dapat dilakukan dengan mengambil kelompok telur dan membunuh larva hama dan imagonya atau mengambil tanaman yang sakit. Pengendalian secara fisik dan mekanik harus dilandasi oleh pengetahuan yang menyeluruh tentang ekologi serangga hama dan adanya kenyataan bahwa setiap jenis serangga memiliki batas toleransi terhadap faktor lingkungan fisik seperti suhu, kelembapan, bunyi, sinar, dan spektrum elektromagnetik. Dengan mengetahui ekologi serangga hama sasaran, kita dapat mengetahui kapan, di mana, dan bagaimana tindakan fisik dan mekanik dilakukan untuk memperoleh hasil yang efektif dan efisien.

6.3. Pengendalian dengan Teknik Budi Daya

Pengendalian dengan cara ini bertujuan untuk membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangbiakan serangga hama dan penyakit serta mendorong berfungsinya

agen pengendali hayati. Pengendalian preventif dilakukan sebelum serangan hama terjadi agar populasi hama tidak meningkat sampai melebihi ambang kendalinya. Agar hasilnya memuaskan, penerapan teknik ini perlu direncanakan sebelumnya.

Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi, pengendalian melalui bercocok tanam perlu dipadukan dengan teknik pengendalian lainnya sesuai dengan prinsip PHT. Karena teknik pengendalian ini merupakan bagian dari teknik budi daya tanaman secara umum, petani tidak perlu mengeluarkan biaya khusus untuk pengendalian hama. Dengan demikian, teknik pengendalian ini tergolong murah, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan, dan mudah dikerjakan oleh petani perseorangan maupun secara berkelompok.

Untuk mengembangkan teknik pengendalian hama ini diperlukan pengetahuan tentang ekosistem setempat, khususnya ekologi dan perilaku hama seperti cara hama memperoleh berbagai persyaratan bagi kehidupannya termasuk makanan, perkawinan, dan tempat persembunyian untuk menghindarkan diri dari cuaca buruk dan musuh alami (Untung 2006). Dari pengetahuan biologi dan ekologi hama dapat diketahui titik lemah hama sehingga dapat diketahui fase hidup hama yang paling tepat untuk dilakukan pengendalian. Menurut Pedigo (1996), teknik pengendalian hama secara budi daya dapat dikelompokkan menjadi empat sesuai dengan sasaran yang akan dicapai, yaitu (1) mengurangi kesesuaian ekosistem, (2) mengganggu kontinuitas penyediaan keperluan hidup hama, (3) mengalihkan populasi hama menjauhi tanaman, dan (4) mengurangi dampak kerusakan tanaman.

Teknik pengendalian hama melalui teknik bercocok tanam meliputi:

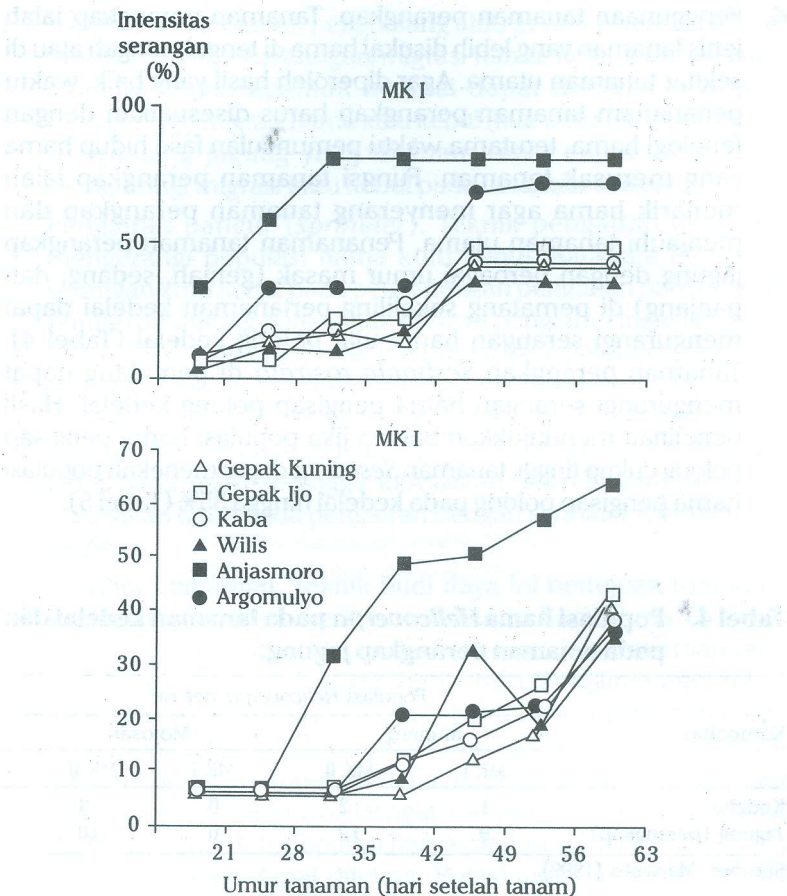
- a. Menanam kedelai lebih awal. Penanaman kedelai umur genjah seperti varietas Grobogan, Malabar, dan Tidar yang mempunyai umur panen 74-78 hari merupakan salah satu usaha untuk memperpendek periode tanaman berpotensi terserang hama, mengurangi kesesuaian ekosistem, dan mengganggu penyediaan makanan atau keperluan hidup hama.

- b. Penggunaan mulsa jerami. Mulsa jerami cukup efektif untuk mengendalikan hama lalat bibit kacang *O. phaseoli*. Pengembalian mulsa jerami sebagai penutup tanah untuk tanaman kedelai, yang diperkirakan 5 t/ha, mampu mengurangi jumlah telur dan populasi lalat bibit kacang lebih dari 50% (Tabel 3).
- c. Penanaman varietas tahan. Varietas Lumajang Bewok, Gumitir, Tidar, Kerinci, dan Argopuro toleran terhadap serangan lalat bibit (*Agromyzidae*). Sementara itu, varietas Ijen, Panderman, dan Argopuro toleran terhadap serangan ulat grayak (*S. litura*) dan varietas Gumitir, Argopuro, dan Ijen toleran terhadap hama pengisap polong (*R. linearis*, *N. viridula*) (Untung 2006). Penanaman varietas toleran hama merupakan teknik budi daya untuk mengurangi kerusakan tanaman dan mengurangi kesesuaian ekosistem hama. Varietas Anjasmoro menunjukkan intensitas serangan hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) yang paling tinggi baik pada MK I (80%) maupun MK II (63,67%) (Inayati dan Marwoto 2012). Varietas Anjasmoro yang merupakan hasil seleksi massa dari keturunan galur murni Mansuria merupakan varietas yang paling rentan terhadap kutu kebul. Varietas Anjasmoro yang terserang kutu kebul menunjukkan pertumbuhan yang terhambat, yaitu tanaman menjadi kerdil, daun berwarna hijau tua dan ditutupi embun jelaga berwarna hitam, serta polong yang dihasilkan sangat sedikit dan abnormal (Gambar 1). Anjasmoro diduga peka terhadap virus tanaman kedelai, dengan gejala serangan daun keriting dan tanaman kerdil. Tanaman yang tahan menunjukkan kerusakan yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman varietas lain dalam kondisi

Tabel 3. Pengaruh penggunaan jerami sebagai penutup tanah terhadap populasi telur, larva, kepompong, dan lalat dewasa *Ophiomyia phaseoli* pada pertanaman kedelai.

Perlakuan	Populasi per 60 tanaman			
	Telur	Larva	Kepompong	Dewasa
Dengan jerami	13	6	3	2
Tanpa jerami	32	15	10	3

Sumber: Marwoto (1983).



Gambar 1. Pengaruh varietas terhadap intensitas serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada MK I (atas) dan MK II (bawah) tahun 2010, KP Muneng, Probolinggo (Inayati dan Marwoto 2012).

tingkat populasi hama dan lingkungan yang sama. Baumgartner *et al.* (1986) menyatakan vigor dan kualitas tanaman yang baik berperan penting dalam menghambat siklus hidup kutu kebul. Oleh karena itu, diperlukan varietas yang mempunyai vigor tanaman yang baik sehingga tahan terhadap kutu kebul.

- d. Penggunaan tanaman perangkap. Tanaman perangkap ialah jenis tanaman yang lebih disukai hama di tengah-tengah atau di sekitar tanaman utama. Agar diperoleh hasil yang baik, waktu penanaman tanaman perangkap harus disesuaikan dengan fenologi hama, terutama waktu pemunculan fase hidup hama yang merusak tanaman. Fungsi tanaman perangkap ialah menarik hama agar menyerang tanaman perangkap dan menjauhi tanaman utama. Penanaman tanaman perangkap jagung dengan berbagai umur masak (genjah, sedang, dan panjang) di pematang sekeliling pertanaman kedelai dapat mengurangi serangan hama ulat polong kedelai (Tabel 4). Tanaman perangkap *Sesbania rostrata* di pematang dapat mengurangi serangan hama pengisap polong kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika populasi hama pengisap polong cukup tinggi, tanaman *Sesbania* dapat menekan populasi hama pengisap polong pada kedelai hingga 35% (Tabel 5).

Tabel 4. Populasi hama *Helicoverpa* pada tanaman kedelai dan pada tanaman perangkap jagung.

Komoditas	Populasi <i>Helicoverpa</i> per m ²			
	Muneng		Mojosari	
	MK I	MK II	MK I	MK II
Kedelai	1	2	0	3
Jagung (perangkap)	9	12	6	10

Sumber: Marwoto (1999).

Tabel 5. Populasi hama pengisap polong *Nezara* pada kedelai dan pada tanaman perangkap *Sesbania*.

Komoditas	Populasi <i>Nezara</i> per m ²		
	Insektisida	Tanpa insektisida	Rata-rata
Kedelai	10	11	10
<i>Sesbania</i>	15	17	16
Rata-rata	12	14	

Sumber: Marwoto (1999).

- e. Penggunaan tanaman penghalang atau penolak dengan tujuan menghambat penerbangan/migrasi hama. Penanaman jagung pada areal pertanaman kedelai dapat menghalangi atau mengganggu migrasi hama kutu kebul (Marwoto 1991). Tanaman penghalang jagung yang ditanam rapat dapat membantu mengurangi migrasi kutu kebul pada tanaman kedelai.
- f. Pengairan pancur (*sprinkler*). Teknik pengairan ini dapat mengurangi populasi hama kutu kebul. Rata-rata intensitas serangan kutu kebul pada petak dengan pengairan pancur lebih rendah dibanding pada petak dengan pengairan irigasi/*flooded* (Tabel 6). Meskipun populasi kutu kebul pada petak berpengairan *sprinkler* lebih tinggi (Tabel 6), intensitas serangan kutu kebul pada petak ini lebih rendah. Hal ini menunjukkan percikan air dari *sprinkler* menyebabkan kutu kebul tidak dapat bertahan lama pada daun sehingga kerusakan lebih ringan. Rata-rata kerusakan daun pada pengairan dengan *sprinkler* lebih rendah 39,2%.
- g. Pergiliran tanaman. Teknik budi daya ini bertujuan memutus kesinambungan penyediaan makanan bagi hama di suatu tempat, yaitu dengan tidak menanam suatu jenis tanaman yang sama dari musim ke musim berikutnya. Pergiliran atau rotasi tanaman yang baik ialah bila jenis tanaman yang ditanam pada suatu musim berbeda dengan musim berikutnya dan tanaman tersebut bukan merupakan inang hama tanaman yang ditanam pada musim sebelumnya. Dengan memutus ketersediaan inang pada musim kedua, populasi hama yang sudah meningkat pada musim pertama dapat ditekan. Rotasi tanaman paling efektif untuk mengendalikan hama yang memiliki kisaran makanan

Tabel 6. Pengaruh cara pengairan terhadap intensitas serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada kedelai.

Cara pengairan	Intensitas serangan (%)			
	22 HST	36 HST	50 HST	63 HST
Pengairan <i>sprinkler</i>	6	6	22	25
Pengairan <i>flood</i>	8	27	35	42

HST = hari setelah tanam

Sumber: Marwoto (1999).

sempit dan kemampuan migrasi terbatas terutama pada fase yang aktif makan. Untuk menekan populasi ulat grayak (*S. litura*) pada tanaman kedelai dapat dilakukan dengan pergiliran tanaman kedelai dengan padi. Cara ini sangat efektif untuk pertanaman kedelai di lahan sawah tadah hujan, sedangkan pada lahan kering pergiliran tanaman dapat dilakukan dengan jagung.

- h. Sanitasi, yaitu membersihkan sisa-sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat berperan sebagai inang. Sanitasi merupakan cara pengendalian bercocok tanam yang paling tua dan cukup efektif menurunkan populasi hama. Banyak hama yang bertahan hidup atau tinggal sementara (*diapause*) pada sisa-sisa tanaman. Dengan membersihkan sisa-sisa tanaman, laju peningkatan populasi hama dan ketahanan hidup hama dapat dikurangi. Pada prinsipnya, sanitasi dilakukan dengan membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman yang baru tumbuh atau tunggul tanaman atau bagian-bagian tanaman lain yang tertinggal setelah masa panen. Bagian tanaman tersebut sering kali merupakan tempat berlindung hama atau tempat tinggal sementara sebelum tanaman utama kembali ditanam. Tindakan sanitasi dapat dilakukan dengan menghancurkan (1) sisa-sisa tanaman yang masih hidup, (2) tanaman atau bagian tanaman yang terserang hama, (3) sisa tanaman yang sudah mati, (4) tanaman lain yang dapat menjadi inang pengganti, dan (5) sisa-sisa bagian tanaman yang jatuh atau tertinggal di permukaan tanah seperti buah dan daun.
- i. Penetapan masa tanam dan tanam serentak. Penanaman serentak bertujuan agar masa ketersediaan makanan bagi hama lebih pendek sehingga perkembangan populasi hama dapat dihambat. Rekomendasi tanam kedelai untuk mengendalikan hama ulat grayak, kutu kebul, pengisap polong (*Nezara* dan *Riptortus*), dan penggerek polong (*E. zinckenella*, *Helicoverpa*) ialah penanaman dalam satu hamparan diusahakan serempak dengan selisih waktu tanam tidak lebih dari 10 hari.

6.4. Pengendalian secara Hayati

Pengendalian secara hayati pada dasarnya merupakan pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama. Pengendalian hayati dilandasi oleh pengetahuan dasar ekologi, terutama teori pengaturan populasi oleh pengendali alami dan keseimbangan dinamis ekosistem. Musuh alami yang terdiri atas parasitoid, predator, dan patogen serangga hama merupakan pengendali alami utama hama yang bekerja bergantung pada kepadatan populasi hama.

Keberadaan musuh alami tidak dapat dilepaskan dari kehidupan dan perkembangan hama. Peningkatan populasi hama yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani antara lain disebabkan oleh keadaan lingkungan yang kurang memberikan kesempatan bagi musuh alami untuk menjalankan fungsinya. Pemanfaatan parasitoid *Trichogramma* efektif mengendalikan hama penggerek polong *Etiella*. Spesies parasitoid *Trichogramma* untuk pengendalian hama penggerek polong kedelai ialah *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*. Waktu pelepasan yang paling efektif ialah pada pagi hari pukul 6.00 WIB dengan letak pias 20 cm di atas kanopi daun kedelai. Dengan cara pelepasan seperti itu, daya sebar parasitoid dapat mencapai radius 50 m (Marwoto *et al.* 2002). Jumlah takaran parasitoid yang efektif ialah 250.000 ekor/ha yang dilepas tiga kali pada saat tanaman berada pada fase generatif (Marwoto dan Saleh 2003).

Bioinsektisida dengan bahan aktif *Nuclear Polyhedrosis Virus* (NPV) yaitu *Spodoptera litura Nuclear Polyhedrosis Virus* (SINPV) merupakan salah satu entomopatogen pada ulat grayak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SINPV berpotensi dikembangkan untuk mengendalikan ulat grayak sebagai bioinsektisida. SINPV telah berhasil diformulasikan dalam bentuk *powder* di laboratorium hama dan penyakit Balitkabi. Isolat JTM 97C efektif mengendalikan ulat grayak, hama penggulung daun *Lamprosema*, dan penggerek polong kedelai *Etiella* dengan tingkat mortalitas 72-100% (Bejo 2012).

Cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang, meliputi ordo Ortoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera, Coleoptera, dan Lepidoptera dengan tingkat mortalitas yang sangat bervariasi (Quesada-Moraga

Tabel 7. Parasitasi *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* pada telur *Etiella zinckenella* pada berbagai jumlah dan frekuensi pelepasan parasitoid.

Jumlah dan frekuensi pelepasan	Persentase parasitasi pada umur tanaman		
	48 HST	55 HST	62 HST
Kontrol	5	5,28	5,28
250.000, 3 x	34,47	46,87	65,88
500.000, 2 x	39,53	44,04	18,77
750.000, 1 x	45,08	17,87	11,97
500.000, 3 x	35,81	50,64	68,85
750.000, 2 x	47,86	42,98	17,77
1.000.000, 1 x	57,63	19,39	11,52
Deltametrin 2,50 g/l	2,78	2,50	2,50

HST = hari setelah tanam

Sumber: Marwoto (2001).

et al. 2006). Cendawan ini mampu menginfeksi *Aphis* dan kutu dengan mortalitas mencapai 50% (Kim *et al.* 2001). Efikasi *L. lecanii* terhadap *Thrips* di atas 90% (Yusmani 2012). Cendawan ini telah berhasil diformulasikan di laboratorium dalam bentuk tepung dan siap untuk dikembangkan sebagai bioinsektisida dari kelompok cendawan entomopatogen (Yusmani 2010).

6.5. Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan insektisida yang bahannya diambil langsung dari tanaman atau dari hasil tanaman. Pestisida nabati risikonya kecil bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Beberapa jenis insektisida nabati yang sudah lama dikenal dan digunakan ialah *piretrum* yang diambil dari bunga *Chrysanthemum* dan *rotenon* dari akar tanaman leguminosa *Derris elliptica* atau tuba. Pestisida nabati yang prospektif dan telah banyak diteliti ialah azadirachtin, bahan aktif yang diambil dari tanaman mimba (*Azadiracta indica*).

Insektisida nabati merupakan bahan insektisida yang cukup efektif dan aman bagi lingkungan (Kardinan 1999). Tanaman mimba

mengandung zat azadirachtin, salanin, meliantriol, nimbin, dan nimbidin yang dapat berperan sebagai insektisida nabati yang efektif. Azadirachtin dapat mengganggu pergantian kulit yang akhirnya dapat menyebabkan kematian. Salanin bekerja sebagai zat penurun nafsu makan serangga hama dan meliantriol berfungsi sebagai penghalau hama (*repellent*). Hasil penelitian Indiaty dan Marwoto (2008) menunjukkan penggunaan serbuk biji mimba cukup efektif mengendalikan hama kutu kebul, ulat grayak, dan penggerek polong kacang hijau *Maruca testulalis*.

6.6. Pestisida Kimiawi

Penggunaan pestisida secara berlebihan dalam pengendalian hama dapat mematikan parasit dan predator, mencemari hasil pertanian, serta meracuni hewan, ternak, dan manusia. Oleh karena itu, penggunaan pestisida harus dikurangi atau dihindarkan bila tidak perlu. Keputusan penggunaan pestisida dilakukan setelah melalui analisis ekosistem terhadap hasil pengamatan dan ketetapan tentang ambang kendali.

Aplikasi pestisida berdasarkan pemantauan dapat memberikan hasil kedelai 2,18 t/ha, hampir dua kali lipat dibandingkan hasil tanpa pengendalian hama. Dengan demikian, untuk mencapai hasil 2 t/ha seperti yang ditargetkan dalam Supra Insus kedelai, pengendalian hama atas dasar pemantauan dapat dianjurkan. Pengendalian preventif, walaupun memberikan hasil hingga 2,5 t/ha, tidak dianjurkan karena dikhawatirkan mengakibatkan serangga menjadi kebal terhadap insektisida dan berbahaya bagi lingkungan.

Analisis ekonomi berdasarkan percobaan pengendalian hama dengan insektisida pada lahan petani di Pasuruan menunjukkan bahwa aplikasi insektisida berdasarkan pemantauan mempunyai nilai tingkat pengembalian marginal (*marginal rate of return/MRR*) paling tinggi dibandingkan dengan cara aplikasi insektisida lainnya.

- Nilai tingkat pengembalian marginal dari aplikasi pestisida berdasarkan pemantauan hama mencapai 1.222%, sedang aplikasi pestisida secara lengkap nilai MRR-nya 669%, masing-masing dibandingkan dengan tanpa pengendalian (Tabel 8).

Tabel 8. Analisis ekonomi pengaruh cara aplikasi pestisida terhadap hasil kedelai, Pasuruan, 1988.

Aplikasi pestisida	Penerimaan (Rp/ha)		Biaya pengendalian hama (Rp/ha)		MRR (%)		
	Total	Marginal	Total	Marginal	Tanpa pengendalian	Cara petani	Sistem pemantauan praktis
Tanpa pengendalian	1.034.450						
Cara petani	1.378.700	344.250	36.000	36.000	956		
Sistem pemantauan	1.849.600	470.900	66.700	30.700	1.222	1.534	
Cara praktis	1.900.600	51.000	115.400	48.700	751	657	105
Lengkap	2.291.600	391.000	187.800	72.400	669	601	365
							540

Aplikasi pestisida dilakukan seminggu sekali dimulai pada umur 7 hari setelah tanam.

Praktis : Aplikasi dilakukan setiap dua minggu sekali dimulai 7 hari setelah tanam.

Pemantauan: Aplikasi pestisida berdasarkan populasi serangga dan tingkat kerusakan tanaman.

Sumber: Marwoto *et al.* (1991).

Dibandingkan dengan tanpa pengendalian, cara aplikasi insektisida di tingkat petani masih menguntungkan, dengan nilai pengembalian marginal 956%, sedangkan aplikasi insektisida berdasarkan pemantauan, nilai pengembalian marginalnya lebih tinggi, yaitu 1.222%. Dibandingkan dengan cara petani, aplikasi insektisida berdasarkan sistem pemantauan masih lebih menguntungkan dengan nilai pengembalian marginal lebih tinggi, yaitu 1.534%. Hal ini berarti bahwa untuk setiap tambahan biaya pengendalian sebesar Rp100 akan diperoleh tambahan manfaat (keuntungan) Rp1.534.

Secara ekonomi, keempat cara aplikasi insektisida tersebut memberikan keuntungan yang layak, tetapi nilai tertinggi diperoleh dengan cara aplikasi insektisida berdasarkan pemantauan. Oleh karena itu, cara aplikasi insektisida berdasarkan pemantauan paling layak diterapkan dalam program pengendalian hama kedelai secara terpadu. Nilai pengembalian marginal pada cara aplikasi berdasarkan pemantauan dapat berubah, bergantung pada tinggi rendahnya populasi hama, tingkat kerusakan tanaman, dan jumlah pestisida yang digunakan. Semakin tinggi populasi hama dan semakin banyak pestisida yang digunakan, nilai pengembalian marginal akan semakin rendah. Sebaliknya, jika populasi hama rendah dan jumlah pestisida yang digunakan dapat ditekan, nilai manfaat yang diperoleh akan lebih besar. Secara teknis, aplikasi pestisida berdasarkan pemantauan hama lebih menghemat penggunaan pestisida dibanding cara aplikasi berdasarkan kalender. Cara pemantauan juga dapat menjaga kelestarian lingkungan: predator, parasit, dan musuh alami lainnya. Dari data yang diperoleh ternyata peranan insektisida dalam pengendalian hama kedelai untuk menekan kehilangan hasil kedelai cukup penting. Namun, cara aplikasi pestisida harus secara bijaksana dan sesuai dengan prinsip pengendalian hama secara terpadu.

Untuk lebih meningkatkan efektivitas dan mencegah pemborosan pestisida, pelaksanaan pengendalian harus memerhatikan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Identifikasi hama

Identifikasi serangga hama penting dilakukan guna menentukan strategi pengendalian. Dari identifikasi yang telah dilakukan dapat diketahui jenis serangga hama, tipe mulut serangga, dan cara makan, yang dapat dipakai sebagai pedoman dalam menentukan insektisida yang perlu digunakan, bersifat racun perut, racun kontak atau racun sistemik. Dari hasil identifikasi dapat pula ditentukan bentuk insektisida yang akan diberikan, yaitu bentuk semprot, butiran, umpan atau fumigasi. Hasil identifikasi serangga hama dapat pula digunakan sebagai pedoman penentuan waktu pengendalian yang tepat karena berdasarkan bioekologi hama akan dapat diketahui masa-masa serangga hama peka terhadap pestisida.

b. Waktu aplikasi yang tepat

Keberhasilan pengendalian hama bergantung pada ketepatan waktu pemberian pestisida. Serangga hama harus dapat dikendalikan sebelum terjadi kerusakan yang serius, pada saat serangga hama dalam stadia pertumbuhan yang mudah terkena dan peka terhadap insektisida. Banyak pertimbangan yang dapat digunakan untuk menentukan waktu pemberian pestisida yang tepat, misalnya (1) persentase serangan hama pada tanaman, (2) stadia pertumbuhan tanaman, (3) populasi hama dan stadia pertumbuhan hama, dan (4) iklim, terutama curah hujan dan periode kering. Perlu diperhatikan pula faktor-faktor cuaca yang memengaruhi distribusi pestisida. Curah hujan yang tinggi akan mempercepat terjadinya pencucian pestisida sehingga aplikasi insektisida tidak efektif pada musim hujan. Untuk meningkatkan efektivitas, insektisida dapat dicampur dengan bahan perekat. Cuaca yang terlalu panas akan mempercepat pestisida berubah menjadi tidak beracun. Oleh karena itu, penyemprotan sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari.

c. Cara penyemprotan yang tepat

Pada saat penyemprotan atau pengembusan pestisida, semua bagian tanaman harus terkena oleh partikel pestisida. Penyemprotan yang tidak teliti akan memberi kesempatan serangga lolos dari jangkauan pestisida. Bila hal ini terjadi, generasi berikutnya dari serangga yang lolos tersebut akan dapat menimbulkan kerusakan kembali. Selain itu, pemakaian pestisida yang kurang tepat dapat mempercepat timbulnya resistensi serangga terhadap pestisida.

d. Konsentrasi dan dosis yang tepat

Pengenceran pestisida untuk penyemprotan atau pengembusan perlu mengikuti petunjuk yang telah ditentukan. Bila konsentrasi racun terlalu rendah, pengendalian akan gagal, sedangkan bila konsentrasi terlalu tinggi akan memboroskan pestisida serta merusak tanaman karena keracunan dan berbahaya bagi lingkungan (manusia dan ternak).

Pestisida merupakan racun yang sangat berbahaya bagi lingkungan, ternak, dan manusia. Pestisida dapat masuk ke tubuh manusia melalui kulit, hidung, dan mulut. Oleh karena itu, penggunaan pestisida harus memerhatikan aspek keselamatan dengan cara (1) memahami petunjuk pemakaian pestisida sebelum mulai bekerja dan mengikuti petunjuk dengan seksama; (2) menghindarkan minum, makan atau merokok sewaktu bekerja dengan pestisida; (3) menghindarkan kontak kulit dengan pestisida, terutama pestisida yang belum diencerkan (yang masih pekat) dengan cara menggunakan pakaian kerja khusus termasuk sarung tangan karet; (4) apabila tangan atau bagian badan lainnya terluka, tidak diperkenankan mengaplikasikan pestisida; (5) arah embusan insektisida tidak berlawanan dengan arah angin; (6) mencampur bahan pestisida secara hati-hati; (7) membuang bekas wadah pestisida secara hati-hati, tidak di sembarang tempat, kalau wadah terbuat dari kertas/karton sebaiknya dibakar lalu dibenamkan, dan jika wadah terbuat dari bahan lain, seperti kaleng dirusak lebih dahulu, baru dipendam atau dibenamkan ke dalam tanah; (8) mencuci alat penyemprot dan alat penakar pestisida di tempat yang

aman, bukan di kolam, sungai atau tempat mandi, dan air cucian tangki penyemprot dibuang pada areal tanaman; (9) segera mencuci pakaian kerja dengan sabun dan membersihkan badan dengan sabun; dan (10) menyimpan sisa pestisida dalam tempat aslinya, atau dalam botol atau kaleng yang tertutup rapat, beretiket jelas bahwa bahan-bahan tersebut adalah bahan-bahan beracun. Pestisida disimpan di dalam tempat yang terkunci dan jauh dari jangkauan anak-anak. Tempat menyimpan berjauhan dengan ruangan yang didiami atau bahan makanan. Pestisida yang dipilih harus yang efektif dan telah mendapat rekomendasi dari lembaga berwenang.

Bab 7

Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kedelai

7.1. Pendekatan Pengendalian Hama Kedelai

Pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kedelai semestinya berlandaskan pengendalian hama terpadu (PHT). PHT merupakan suatu pendekatan pengendalian hama yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang sehat dan seimbang serta berwawasan lingkungan.

PHT mensinergikan semua teknik atau metode pengendalian hama yang kompatibel berdasarkan asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional dalam PHT mencakup pengelolaan lingkungan usaha tani yang sehat, pengelolaan populasi biota pada lingkungan yang sehat, dan pengelolaan tanaman secara optimal. Tindakan operasional PHT di lapangan diuraikan berikut ini.

7.1.1. Budi Daya Tanaman Sehat

Budi daya tanaman sehat dengan pertumbuhan yang optimal dan kuat menjadi bagian penting dalam program pengendalian hama. Tanaman yang sehat lebih tahan terhadap serangan hama dibandingkan dengan tanaman yang tidak sehat. Tanaman yang sehat lebih cepat mengatasi atau menyembuhkan kerusakan akibat serangan hama antara lain dengan mempercepat membentuk anakan, tunas baru atau proses penyembuhan fisiologis lainnya. Oleh karena itu, anjuran paket teknologi produksi diarahkan kepada terwujudnya tanaman yang sehat. Pemilihan varietas, pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan sampai penanganan pascapanen merupakan landasan PHT yang utama.

7.1.2. Pelestarian Musuh Alami

Musuh alami (parasit, predator, dan patogen serangga) merupakan komponen pengendali hama yang perlu dilestarikan dan dikelola agar mampu berperan secara maksimum dalam pengaturan populasi hama di lapangan. Agar musuh alami pada agroekosistem kedelai dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan hama, perlu diciptakan kondisi ekosistem yang memungkinkan musuh alami dapat melaksanakan fungsinya secara maksimal.

Dalam pengendalian hayati dikenal teknik konservasi musuh alami. Untuk mengurangi terbunuhnya musuh alami, terutama akibat penyemprotan pestisida, penggunaan pestisida harus selektif jenisnya serta waktu, tempat, dan teknik aplikasinya tepat. Pestisida digunakan apabila populasi musuh alami tidak mampu lagi mengendalikan atau menghentikan peningkatan populasi hama. Upaya konservasi musuh alami dapat dilakukan melalui teknik bercocok tanam seperti pergiliran tanaman, pengolahan tanah yang sesuai, penanaman serentak, tumpang sari, dan penggunaan varietas toleran hama untuk meningkatkan efektivitas musuh alami dalam mengendalikan hama.

7.1.3. Pemantauan Ekosistem secara Terpadu

Pemantauan komponen penyusun ekosistem pertanian perlu dilakukan secara rutin oleh petani sebagai dasar analisis ekosistem untuk pengambilan keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan. Hama hanya akan timbul apabila kombinasi faktor-faktor lingkungan mendukung pertumbuhan populasinya.

Untuk mengetahui keadaan ekosistem lahan yang selalu berubah, dalam PHT harus dilakukan pemantauan secara rutin terhadap tanaman, populasi hama, peranan musuh alami, iklim, dan lingkungan. Dalam keadaan tanaman tidak terserang hama, serangga hama tidak menginfestasi tanaman atau ada tetapi alam dapat mempertahankan keseimbangan sehingga populasi hama tetap rendah dan tidak menyebabkan kerugian. Keadaan keseimbangan demikian disebut dengan keseimbangan hayati.

Faktor pengendali seperti cuaca/iklim, makanan, dan penyeimbang hayati (parasit, predator, dan patogen) setiap saat dapat berubah sehingga keseimbangan pun akan berubah. Oleh karena itu, keseimbangan hayati bukanlah hal yang statis, tetapi dinamis dan selalu bergerak. Keseimbangan populasi hama juga dapat berubah akibat campur tangan manusia dalam mengelola tanaman. Pemakaian pestisida sebagai alat pengendali hama, apabila tidak selektif dan dosisnya tidak tepat akan membunuh musuh alami serta menyebabkan timbulnya resurgensi dan resistensi. Hal tersebut mengakibatkan faktor penghambat populasi hama secara hayati tidak dapat bekerja secara maksimal dan populasi hama terus meningkat.

Kekuatan unsur-unsur alami sebenarnya mampu mengendalikan lebih dari 90% hama tanaman agar tetap berada pada jumlah yang tidak merugikan. Kehidupan tanaman sebenarnya telah terjaga, bergantung pada kekuatan alami yang tersedia di lahan. Pengendalian hama secara terpadu berupaya untuk mendayagunakan dan memperkuat peranan musuh alami yang menjadi jaminan pengendalian ledakan populasi hama.

Waktu tanam yang tumpang tindih sepanjang tahun menyebabkan makanan selalu tersedia bagi serangga hama. Keadaan demikian akan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan populasi hama. Iklim dan kelembapan dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan populasi serangga hama. Dalam kondisi suhu yang optimum, kecepatan proses metabolisme serangga berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungan. Dengan proses metabolisme yang semakin cepat maka waktu yang dibutuhkan serangga hama untuk menyelesaikan perkembangan siklusnya semakin pendek dan populasinya berkembang semakin cepat. Setiap lahan memiliki ekosistem yang khas sehingga petani perlu memiliki keterampilan dalam memantau perkembangan populasi hama dan lingkungan dan mengambil tindakan pengendalian hama yang tepat, praktis, dan menguntungkan.

7.1.4. Mendidik Petani sebagai Ahli PHT

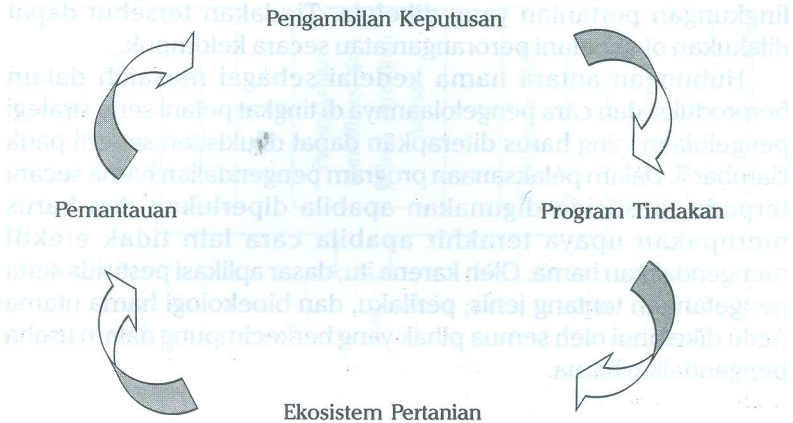
Petani sebagai pelaku usaha produksi tanaman harus berperan sebagai pengambil keputusan dalam menganalisis komponen ekosistem, dan mampu menetapkan keputusan pengendalian hama secara tepat sesuai dengan dasar PHT. Agar prinsip dan teknologi PHT dapat dimanfaatkan dan diterapkan secara efektif oleh petani, perlu dilakukan pemberdayaan petani agar dapat memahami dan menyadari manfaat menerapkan PHT. Tujuan utama kegiatan pelatihan PHT untuk petani melalui Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT) ialah untuk memberdayakan petani dan kelompoknya.

7.1.5. Pemasyarakatan PHT

Agar petani mau dan mampu menerapkan PHT, diperlukan upaya pemasyarakatan PHT melalui penerangan, pendidikan, dan pelatihan baik secara formal maupun informal. Perubahan pengendalian hama dari pemberantasan hama dengan menggunakan pestisida ke pendekatan PHT yang berlandaskan pengelolaan lingkungan sehat membutuhkan waktu, tenaga, dan perhatian khusus dari pemerintah dan masyarakat. Pihak yang berkepentingan atau *stakeholder* lainnya seperti industri pestisida, peneliti, media massa, dan LSM perlu memberi dukungan positif terhadap pemasyarakatan penerapan PHT.

7.1.6. Analisis Ekosistem sebagai Dasar Pengendalian Hama

Pengambilan keputusan pengendalian hama dalam PHT didasarkan pada hasil analisis komponen ekosistem. Teknik analisis ekosistem meliputi subsistem pemantauan, pengambilan keputusan, dan tindakan (Gambar 2). Subsistem pemantauan berfungsi untuk memantau keadaan agroekosistem melalui pengamatan secara rutin, baik terhadap komponen biotik (keadaan tanaman, intensitas kerusakan, populasi hama dan penyakit, populasi musuh alami, gulma, dan lain-lain) maupun komponen abiotik (curah hujan, suhu,



Gambar 2. Bagan teknik operasional pengambilan keputusan pengendalian hama.

air, angin, dan lain-lain). Pengamatan secara rutin (misalnya satu minggu sekali) dapat dilakukan oleh petugas pengamat khusus atau oleh petani yang terlatih. Metode pengamatan harus dibuat yang praktis dan ekonomis, tetapi tetap memiliki ketelitian statistik yang dapat dipertanggungjawabkan.

Subsistem pengambilan keputusan berfungsi untuk menentukan keputusan pengelolaan hama yang tepat yang didasarkan pada analisis data hasil pemantauan yang secara rutin diterima dari subsistem pemantauan. Pengambilan keputusan didasarkan pada model dan teknologi pengelolaan hama yang dikuasai oleh dan tersedia bagi pengambil keputusan. Keputusan yang diambil oleh pengambil keputusan merupakan berbagai tindakan yang perlu dilakukan pada agroekosistem agar sasaran PHT terpenuhi, termasuk keputusan kapan dan bagaimana pestisida digunakan.

Subsistem program tindakan mempunyai fungsi untuk segera melaksanakan keputusan dan rekomendasi yang dibuat oleh subsistem pengambilan keputusan dalam bentuk tindakan pengendalian atau pengelolaan hama pada unit lahan atau

lingkungan pertanian yang dikelola. Tindakan tersebut dapat dilakukan oleh petani perorangan atau secara kelompok.

Hubungan antara hama kedelai sebagai masalah dalam berproduksi dan cara pengelolaannya di tingkat petani serta strategi pengelolaan yang harus diterapkan dapat dilukiskan seperti pada Gambar 3. Dalam pelaksanaan program pengendalian hama secara terpadu, pestisida digunakan apabila diperlukan dan harus merupakan upaya terakhir apabila cara lain tidak efektif mengendalikan hama. Oleh karena itu, dasar aplikasi pestisida serta pengetahuan tentang jenis, perilaku, dan bioekologi hama utama perlu diketahui oleh semua pihak yang berkecimpung dalam usaha pengendalian hama.

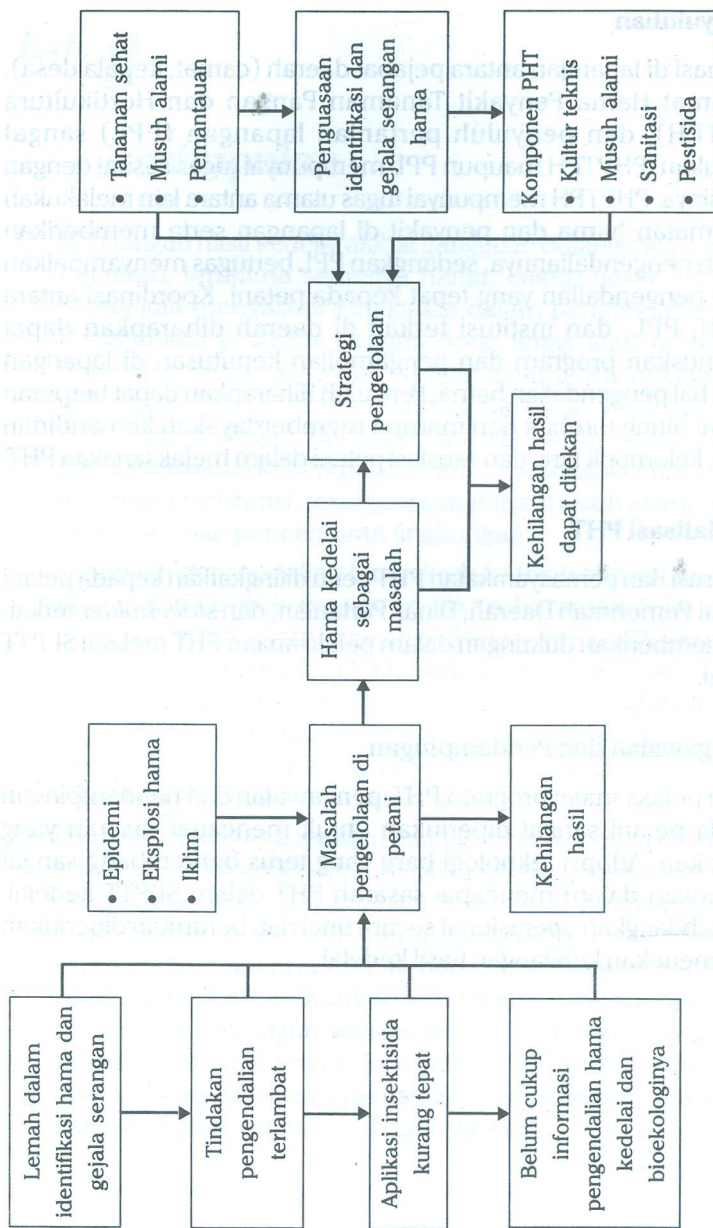
7.1.7. Langkah Operasional PHT Kedelai

Upaya pengendalian hama ditujukan untuk memberikan perlindungan kepada tanaman dari serangan hama sehingga terjadi pengamanan produksi. Dalam pelaksanaan pengendalian hama secara terpadu diharapkan adanya partisipasi dari pemerintah pusat, daerah, dan petani sebagai pelaku program pengendalian hama terpadu. Langkah-langkah operasional yang perlu ditempuh dalam penerapan PHT diuraikan berikut ini.

a. Perencanaan

Perencanaan dilaksanakan secara holistik dengan melibatkan seluruh institusi dari Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) di tingkat Provinsi, Dinas Pertanian Kabupaten, dan kelompok tani melalui koordinasi yang terprogram sejak awal kegiatan, mulai dari penentuan lokasi sampai pelaksanaan program PHT kedelai.

Melalui kegiatan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SLPTT) diharapkan peran pihak terkait dapat lebih nyata dalam pengembangan kedelai secara berkelanjutan. Bagi kelompok tani yang telah mendapatkan SLPTT perlu pembinaan agar dapat menerapkan PHT secara berkelanjutan.



Gambar 3. Hubungan antara masalah hama kedelai sebagai faktor pengurang produksi dan cara pengelolaan hama di tingkat petani dan strategi pengelolaan yang harus diterapkan.

b. Penyuluhan

Kordinasi di lapangan antara pejabat daerah (camat, kepala desa), Pengamat Hama Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (PHPTPH), dan penyuluh pertanian lapangan (PPL) sangat diperlukan. PHPTPH maupun PPL mempunyai tugas sesuai dengan tupoksinya. PHPTPH mempunyai tugas utama antara lain melakukan pengamatan hama dan penyakit di lapangan serta memberikan anjuran pengendaliannya, sedangkan PPL bertugas menyampaikan teknik pengendalian yang tepat kepada petani. Koordinasi antara PHPTPH, PPL, dan institusi terkait di daerah diharapkan dapat merumuskan program dan pengambilan keputusan di lapangan dalam hal pengendalian hama. Penyuluh diharapkan dapat berperan sebagai ujung tombak dan mampu memberdayakan kemandirian petani, kelompok tani, dan asosiasi petani dalam melaksanakan PHT.

c. Sosialisasi PHT

Sosialisasi dan pemasyarakatan PHT perlu ditingkatkan kepada petani melalui Pemerintah Daerah, Dinas Pertanian, dan *stakeholder* terkait agar memberikan dukungan dalam pelaksanaan PHT melalui SLPTT kedelai.

d. Pengawasan dan Pendampingan

Dalam pelaksanaan program PHT, pengawasan dan pendampingan kepada petani sangat diperlukan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Adopsi teknologi baru yang terus berkembang sangat dibutuhkan dalam mencapai sasaran PHT dalam SLPTT kedelai. Langkah-langkah operasional secara rinci dan berurutan diperlukan demi menekan kehilangan hasil kedelai.

Kesimpulan

1. Kehilangan hasil kedelai akibat gangguan organisme pengganggu tanaman, terutama serangga hama, cukup besar dan petani sering kali mengalami kegagalan dalam pengendalian hama. Penggunaan pestisida dengan dosis tinggi atau mencampur beberapa jenis pestisida sering dilakukan petani untuk mengendalikan serangga hama kedelai yang intensitas serangannya tinggi. Tindakan yang demikian akan berakibat negatif terhadap keberlanjutan sistem produksi kedelai karena timbulnya resistensi, resurgensi, matinya musuh alami (parasit/predator), dan pencemaran lingkungan
2. Teknologi pengendalian hama kedelai telah banyak dihasilkan dan efektif untuk mengendalikan hama kedelai seperti pengendalian alami, pengendalian mekanik dan fisik, pengendalian dengan teknik budi daya, pengendalian hayati, pengendalian dengan pestisida nabati, dan pengendalian dengan pestisida kimiawi. Komponen-komponen pengendalian hama kedelai tersebut dapat dipadukan dalam pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman kedelai.
3. Pengendalian hama terpadu pada tanaman kedelai merupakan teknik pengelolaan keseimbangan lingkungan pertanian melalui pengelolaan ekologi dan efisiensi ekonomi yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Strategi PHT mensinergikan semua teknik atau metode pengendalian hama dan penyakit yang kompatibel berdasarkan asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT yaitu budi daya tanaman sehat, penyeimbangan komponen ekobiota lingkungan, pelestarian musuh alami, pemantauan ekosistem secara terpadu, dan mewujudkan petani sebagai ahli PHT.

Daftar Pustaka

- Adisarwanto. 2009. Peningkatan produksi kedelai melalui pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Laporan Kemajuan Penelitian. Balitkabi, Malang. 23 hlm.
- Adler, L.S, P. D. Valpine, J. Harte, and J. Call. 2007. Effects of long-term experimental warming on Aphid density in the field. J. Kansas Entomological Soc. 80(2): 156-168.
- Bale, J. S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C. Coulson, J. Farrar, J. E. G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. H. Jones, R. L. Lindroth, M. C. Press, I. Symrnioudis, A. D. Watt, and J. B. Whittaker. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. Global Change Biol. 8: 1-16.
- Baumgärtner, J., V. Delucchi, R. von Arx, and D. Rubli. 1986. Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn., Stern.: Aleyrodidae) infestation patterns as influenced by cotton, weather and *Heliothis*: Hypotheses testing by using simulation models. Agriculture, Ecosystems & Environment 17(1-2): 49-59.
- Bejo. 2012. Peningkatan efektivitas *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus dengan beberapa bahan pembawa untuk mengendalikan hama polong kedelai. Buletin Palawija No 23: 38-43.
- Bellotti, A.C. 1990. A review of control strategies for four important cassava pests in the Americas. In S.K. Hahn and F.E. Caveness (Eds.). Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops. IITA. pp. 58-65.
- Cannon, R.J.C. 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. Global Change Biology 4: 785-796.
- Coley, P.D. 1998. Possible effects of climate change on plant/herbivore interactions in moist tropical forests. Climatic Change 39: 455-472.

- Huffaker, C.B., P.S. Mesenger, and P. de Bach .1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. *In* C.B. Huffaker and P.S. Mesenger (Eds.). Theory and Practice of Biology Control. Academic Press, New York. 788 pp.
- Inayati, A. dan Marwoto. 2012. Pengaruh kombinasi aplikasi insektisida dan varietas unggul terhadap intensitas serangan kutu kebul dan hasil kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian* 31(1): 13-21.
- Indiati.S.W. dan Marwoto. 2008. Potensi ekstrak biji mimba sebagai insektisida nabati. *Buletin Palawija* 15: 9-14
- Irianto, S.G. 2009. Perubahan iklim dan ketahanan pangan: Dampak dan strategi antisipasinya. Pemanasan Global: Strategi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia. Seminar Nasional Fakultas Pertanian Univ. Brawijaya, Malang, 31 Januari 2009. 14 hlm.
- Kardinan, A. 1999. Pestisida Nabati. Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya, Jakarta. 80 hlm.
- Kim, J.J., M.H. Lee, C.S. Yoon, H.S. Kim, and K.C. Kim. 2001. Control of cotton aphid and green-house whitefly with a fungal pathogen. <http://www.agnet.org/library/article/eb502b.html>. (17 September 2006).
- Laba, I.W. dan D. Soekarna. 1986. Mortalitas larva ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada berbagai instar dan perlakuan insektisida pada kedelai. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Vol. 1. Palawija. Puslitbangtan, Bogor. 4 hlm.
- Marwoto. 1983. Pengaruh waktu tanam dan penggunaan jerami sebagai penutup tanah terhadap tingkat serangan lalat bibit *Ophiomyia phaseoli* Tryon pada tanaman kedelai. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 90 hlm.
- Marwoto. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang No. 7: 39 hlm.
- Marwoto, E. Wahyuni, dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang No. 7: 38 hlm.

- Marwoto. 1999. Rakitan teknologi PHT pada tanaman kedelai. hlm. 67-69. *Dalam* Prosiding Lokakarya Strategi Pengembangan Produksi Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor, 16 Maret 1999.
- Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin. 1999. Hama kedelai dan komponen pengendalian hama terpadu. Monograf Balitkabi No 4 : 50 hlm.
- Marwoto. 2001. Manipulasi parasitoid Trichogrammatidae (Hymenoptera) sebagai agens hayati untuk mengendalikan hama penggerek polong kedelai *Etiella zinckenella* Treit dengan cara inundasi. Disertasi S3 Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. 115 hlm.
- Marwoto, S. Rasminah, G. Mujiono, dan J. Munandir. 2002. Penentuan waktu dan titik pelepasan parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* Nagaraja dalam mengendalikan hama penggerek polong kedelai. Penelitian Pertanian 21(2): 24-29.
- Marwoto dan N. Saleh. 2003. Peningkatan peran parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* dalam pengendalian penggerek polong kedelai *Etiella* spp. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 22(4): 141-149.
- Marwoto. 2007. Dukungan pengendalian hama terpadu dalam program bangkit kedelai. Iptek Tanaman Pangan 2(1): 79-92.
- Marwoto, S. Hardaningsih, dan A. Taufiq. 2008. Hama, Penyakit, dan Masalah Hara pada Tanaman Kedelai. Identifikasi dan Pengendaliannya. Cetakan ke-2. Puslitbangtan, Bogor. 66 hlm.
- Marwoto. 2012. Kutu Kebul: Hama Penting Kedelai dan Strategi Pengendaliannya. hlm. 320-334. *Dalam* Sumarno, T.D. Soedana, dan K. Suradisastra (Ed.). Membumikan Iptek Pertanian. IAARD Press, Jakarta.
- Pedigo, L.P. 1996. Entomology and Pest Management. Second Edition. Prentice Hall Inc., USA. 679 pp.
- Pimental and C.A. Edward. 1982. Pesticide and Ecosystem. American Institute of Bio Science.
- Quesada-Moraga, E., J.A. Carrasco-Diaz, and C. Santiago-Alvanrez. 2006. Insecticidal and antifeedant activities of proteinase

- secreted by entomopathogenic fungi against *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera : Noctuidae). J. Appl. Entomol. 130(8): 442-452.
- Stafford, K.C., III. 2008. Fly Management Handbook, A guide to biology, dispersal, and management of the house fly and related flies for farmers, municipalities, and public health officials. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven. Bulletin 1013, May 2008. 40 pp.
- Stern, V.W., R.F. Smith, R. Van den Bosch, and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29(2): 81-101
- Yusmani, P. 2010. Cendawan entomopatogen *L. lecanii* untuk pengendalian hama kepik coklat kedelai. Buletin Palawija No. 20: 47-61.
- Yusmani, P. 2012. Efikasi cendawan entomopatogenik untuk mengendalikan untuk mengendalikan ulat bulu. Jurnal Biologi Indonesia 8(1): 85-102.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 348 hlm.
- Volterra. 1931. Theory of Functionals and of Integral and Integro Differential Equations. Blackie & Son Limited, London and Glasgow.
- Wilf, P. and C.C. Labandeira. 1999. Response of plant-insect associations to Paleocene-Eocene warming. Science 284: 2153-2156.
- Witular, R. 2008. Isu perubahan iklim: Pencetus perubahan pengelolaan lingkungan hidup ke arah yang lebih baik. <http://www.setneg.go.id>. [diakses 26 November 2008].
- Wiyono, S. 2009. Perubahan iklim, pemicu ledakan hama dan penyakit tanaman. Salam, 26 Januari 2009. hlm. 22-23.

Biodata Penulis

Marwoto, pria kelahiran Nganjuk pada 2 Januari 1952 adalah anak kedua dari 10 bersaudara putra Bapak Suwardi Mari Oetomo (alm.) dan Ibu Landjar Rochini. Ia menikah dengan Dr. Tri Murni MSI pada tahun 1978 dan dikarunia satu putra, Aditya Wisnu Prasetya.

Ia menyelesaikan pendidikan SD, SMP, dan SMA di Nganjuk, Jawa Timur. Gelar sarjana diperoleh dari Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (1978) dan gelar magister sains dari Fakultas Pascasarjana Universitas Gadjah Mada (1983). Pendidikan S-3 diselesaikan di Universitas Brawijaya pada tahun 2001.

Pengalaman kerja dimulai pada tahun 1978 sebagai peneliti di Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Perwakilan Malang, yang tahun 1985 berganti nama menjadi Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang dan tahun 1995 berganti nama menjadi Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). Jenjang fungsional peneliti dapat ditempuh dalam waktu yang relatif cepat sehingga pada tahun 2000 telah mencapai Ahli Peneliti Utama (APU). Orasi Ahli Peneliti Utama dilaksanakan pada 2004 dan Gelar Profesor Riset diperoleh pada tahun 2006.

Selama bekerja, Marwoto telah mengikuti berbagai pelatihan di dalam maupun di luar negeri, antara lain Pelatihan Pola Bertanam (SFCDP-CRIF) di Bogor pada 1978, *Training Course on Rice Garden* di IRRI Los Banos Filipina pada 1983, *Training Course on Integrated Management of Legumes Pests* di Malang pada tahun 1987, Penataran P-4 tipe A pada 1987, Pelatihan Komunikasi Hasil Pertanian di Ciawi Bogor pada 1987, Pelatihan Pemanfaatan dan Pengembangan Parasitoid (*Exploration, Identification, Mass Production and Field Release*) tahun 2000 di IPB Bogor, dan Pengembangan Riset Manajemen bagi Peneliti Senior di BLPP Ciawi pada tahun 2000.

Di tingkat nasional, Marwoto sering diundang sebagai pemakalah undangan, narasumber atau pembicara dalam berbagai seminar, lokakarya, dan forum ilmiah lainnya. Ia juga aktif bekerja sama dengan berbagai Kementerian atau LPND, seperti Ristek, Diknas, dan LIPI. Kerja sama dengan perguruan tinggi sebagai pengajar tidak tetap, pembimbing mahasiswa S1, S2 dan S-3 serta penguji S-3, redaksi majalah ilmiah, dan kegiatan penelitian dilakukan dengan Institut

Pertanian Bogor, Universitas Airlangga, Universitas Brawijaya, serta beberapa perguruan tinggi swasta di Malang dan Jawa Timur.

Selain sebagai peneliti, Marwoto juga pernah aktif dalam kelembagaan internal Balitkabi maupun organisasi, yaitu Anggota tim Peneliti Proyek *Cropping System* di Madura CRIF-IRRI tahun 1978-1979, Ketua Kelti Pola Tanam di Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang 1985-1986, Ketua Perhimpunan Entomologi Cabang Malang 1997-2003, 2003-2008, dan 2008-2014, Anggota Dewan Redaksi Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2003-2006, Ketua Kelompok Peneliti Hama dan Penyakit di Balitkabi 2002-2004, dan Ketua Program Balitkabi tahun 2005 sampai sekarang.

Sebagai peneliti, Marwoto telah menghasilkan lebih dari 160 karya tulis ilmiah (KTI) yang ditulis sendiri maupun bersama peneliti lain, yang dipublikasikan dalam jurnal, prosiding atau buku, baik yang bertaraf internasional maupun nasional. Dari berbagai hasil penelitian, pemanfaatan parasitoid *Trybliographa pretiosa* untuk mengendalikan hama penggerek polong kedelai, penentuan ambang kendali hama kedelai, serta panduan pengelolaan tanaman terpadu pada tanaman kedelai, kacang tanah dan kacang hijau adalah buah karya yang dapat dibanggakan. Untuk prestasinya tersebut, Marwoto memperoleh penghargaan sebagai Peneliti Berprestasi di Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang tahun 1989, Peneliti Berprestasi di Balitkabi tahun 1997, dan Peneliti Berprestasi Badan Litbang Pertanian tahun 2007.

Saat ini ia aktif dalam kegiatan penelitian pengendalian hama terpadu pada kedelai, peningkatan produksi kedelai untuk mencapai swasembada, membimbing peneliti junior, mitra bestari dari Jurnal ilmiah Balai Penelitian Tanaman Serat dan Agrivita Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dan ketua tim program Balitkabi. Marwoto juga membina kelompok tani di Jawa Timur dalam memproduksi agen hayati berbasis sumber daya lokal.

Marwoto, Balitkabi. Jalan Raya Kendalpayak, Pakisaji Malang 65101, Telepon: 0341-801468, Faksimile: 0341 801496, E-mail: marwoto_kabi@yahoo.co.id . HP. 08123587591.

Pengendalian Hama Terpadu Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai

Serangga hama tanaman merupakan makhluk Allah, seperti makhluk hidup lainnya yang kehidupannya mempunyai fungsi tertentu sehingga tidak mungkin dilynayapkan. Hal tersebut mendasari konsep pengendalian hama terpadu, yakni memberikan ruang dan hak hidup bagi semua komponen biota ekologi, tanpa menimbulkan dampak kerusakan terhadap tanaman yang dibudidayakan. Tidak dapat dipungkiri bahwa timbulnya hama pada tanaman disebabkan oleh terganggunya keseimbangan ekosistem dari komponen biota penyusun ekosistem.

Buku "Pengendalian Hama Terpadu Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai" sangat sesuai digunakan sebagai pegangan bagi para peneliti, penyuluh, petani, dan siapapun yang berkepentingan dalam pengendalian hama kedelai. Buku ini memberikan petunjuk tentang:

- Identifikasi dan biologi hama kedelai
- Tanda-tanda serangan pada tanaman kedelai
- Teknik pengendalian hama kedelai secara terpadu



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29 Pasarminggu, Jakarta Selatan 12540
Telp.: 021 7806202, Faks.: 021 7800644

ISBN 978-602-1520-85-7



9 786021 152085