

HAMA UTAMA KEDELAI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT DAN PENGENDALIANNYA

M. Thamrin¹ dan M. Willis²

¹Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

²Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

RINGKASAN

Salah satu hambatan dalam usaha tani kedelai di lahan rawa pasang surut adalah serangan hama yang dapat terjadi sejak tanaman mulai muncul di atas permukaan tanah sampai panen. Hama utama yang menyerang adalah lalat bibit, ulat grayak, ulat helioverpa, ulat penggulung daun, penggerek polong, dan kepik polong. Pengendalian hama kedelai di lahan pasang surut merupakan salah satu upaya untuk mempertahankan produktivitas melalui pengelolaan ekosistem seperti pemilihan varietas yang tepat, penggunaan benih bermutu, pemupukan berimbang dan pengelolaan air yang tepat. Makalah ini menguraikan tentang biologi dan teknik pengendalian hama utama kedelai di lahan rawa pasang surut. Populasi hama kedelai dapat ditekan dengan cara melakukan sanitasi lingkungan, tanam serempak dengan waktu tanam yang tepat, pergiliran tanaman, pengelolaan air dan penggunaan pupuk yang berimbang. Pengendalian hama kedelai dilakukan dengan cara memadukan komponen pengendalian yang kompatibel seperti penanaman varietas tahan, penggunaan benih sehat, dan pemanfaatan musuh alami. Insektisida sintetik digunakan apabila cara pengendalian lainnya tidak efektif lagi, dan cara ini harus dikombinasikan dengan komponen pengendalian lainnya yang kompatibel.

PENDAHULUAN

Lahan pasang surut di Indonesia umumnya beriklim tropik basah dengan curah hujan tahunan 2100–3200 mm/tahun, 83–169 hari hujan dan 7–9 bulan basah. Suhu berkisar antara 25–35°C dan kelembapan nisbi antara

75%–90%. Kondisi iklim dengan rata-rata kelembapan yang tinggi sangat mendukung perkembangan organisme sepanjang tahun.

Serangan hama pada kedelai dapat terjadi sejak tanaman mulai tumbuh sampai panen, bahkan sampai ke tempat penyimpanan hasil. Dari hasil survei Okada *et al.* (1988) pada beberapa daerah di Indonesia diketahui 266 jenis serangga yang berasosiasi dengan tanaman kedelai yang terdiri dari 111 jenis hama, 53 jenis serangga bukan sasaran, 61 jenis predator dan 41 jenis parasitoid. Menurut Taufiq *et al.* (2011) dan Willis *et al.* (2003), jenis hama serangga yang banyak menyerang kedelai di lahan pasang surut adalah lalat bibit, ulat grayak, ulat *Helicoverpa*, ulat penggulung daun, penggerek polong, dan kepik polong.

Pengendalian hama kedelai diawali dengan melakukan sanitasi lingkungan dan tanam serempak dengan waktu tanam yang tepat, pengelolaan air dan teknik budi daya. Tingkat serangan juga dapat dikurangi dengan cara melakukan pergiliran tanaman dan penggunaan pupuk yang berimbang. Dalam konsep PHT (pengendalian hama terpadu) dianjurkan untuk memadukan komponen pengendalian yang serasi. Komponen pengendalian hama yang dapat dipadukan dalam penerapan PHT untuk tanaman kedelai adalah: (1) pengendalian alami dengan mengurangi tindakan yang dapat merugikan atau mematikan perkembangan musuh alami, seperti penggunaan insektisida yang berlebihan, baik dosis maupun frekuensi aplikasinya, (2) pengendalian fisik dan mekanik yang bertujuan untuk mengurangi populasi hama, mengganggu aktivitas fisiologis hama, serta mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama, dan dapat juga dilakukan dengan mengambil kelompok telur, membunuh larva dan imago atau mencabut tanaman yang terserang, (3) pengelolaan ekosistem dengan cara bercocok tanam yang tujuannya untuk membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama, serta mendorong berfungsinya agensia pengendali hayati, (4) penggunaan musuh alami seperti parasitoid, predator dan patogen, dan (5) penggunaan insektisida sintetik yang alternatif terakhir apabila cara pengendalian lainnya tidak efektif.

BIOLOGI DAN PENGENDALIAN

Lalat Bibit

Biologi

Imago lalat bibit atau lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli* Tr.) berukuran kecil yaitu 1,9 mm (jantan) atau 2,2 mm (betina) dan berwarna hitam mengkilat (Gambar 22). Imago meletakkan telur pada siang hari mulai pukul 6.00 sampai

17.00. Puncak produksi telur terjadi pada pukul 11.00 siang (Soehardjan dan Tengkanan 1983; Tengkanan dan Sutarno 1980). Imago berkopulasi setelah berumur dua hari, antara pukul 7.00 sampai 10.00. Kapasitas bertelur rata-rata 94 butir dan terbanyak 183 butir setiap induk.

Telur diletakkan dalam lubang tusukan antara epidermis atas dan bawah pada keping biji (kotiledon) dan daun atau disisipkan dalam jaringan mesofil secara terpisah dekat pangkal kotiledon atau pangkal helai daun pertama dan kedua. Pada umumnya telur pertama diletakkan pada saat tanaman berumur 4 hari setelah tanam (hst). Umur yang paling disukai oleh imago adalah 5 hst. Telur berwarna putih berkilau seperti mutiara, berbentuk lonjong yang panjangnya 0,31 mm dan lebar 0,15 mm, dan menetas dalam 48 jam setelah diletakkan (Greathead 1968; Sembiring 1980; Kalshoven 1981).

Bentuk larva ramping dan memanjang, pada stadia akhir panjangnya mencapai 3,75 mm. Larva yang baru keluar dari telur berwarna putih bening, sedangkan larva stadia terakhir berwarna kekuningan. Selama dua hari larva menggerakkan keping biji, namun dapat juga menggerakkan daun pertama atau daun kedua. Kemudian larva menuju ke batang terus ke pangkal akar atau pangkal batang melalui kulit batang dan akar. Stadia larva berkisar antara 7–11 hari dengan tingkat kematian 44% (Kalshoven 1981).

Pupa dibentuk di bawah epidermis kulit batang atau kulit akar pada pangkal batang atau pangkal akar. Mula-mula pupa berwarna kekuningan kemudian berubah kecokelat-cokelatan pada umur yang lebih lanjut. Panjang pupa 3 mm, dan stadianya berkisar 7–13 hari dengan rata-rata sembilan hari. Sedangkan daur hidupnya berkisar 17–26 hari dengan rata-rata 21 hari (Kalshoven 1981). Di laboratorium dengan suhu rata-rata 21°C daur hidupnya berkisar 27–31 hari (Greathead 1968).

Gejala serangan

Lalat bibit dapat menyerang setelah tanaman muncul di atas permukaan tanah dengan gejala awal berupa bintik-bintik putih pada biji, daun pertama atau daun kedua. Bintik-bintik tersebut adalah bekas tusukan alat peletak telurnya dan kemungkinan juga sebagai bekas isapan cairan daun untuk makanan imago. Pada umumnya larva mulai memakan dan merusak jaringan keping biji bila umur tanaman telah mencapai enam hari. Larva ini berasal dari telur yang diletakkan pada tanaman yang berumur empat hst. Gejala serangan larva pada keping biji dan daun pertama atau kedua tampak berupa alur atau garis lengkung berwarna cokelat yaitu liang gerakan larva yang berlangsung selama lebih kurang dua hari. Gejala serangan sudah tampak pada tujuh hst, kemudian larva akan menuju ke batang terus ke pangkal batang dan pangkal akar melalui

jaringan di bawah epidermis kulit batang. Cara membuat liang gerakan juga melengkung membentuk spiral melingkari batang. Gejala serangan pada kulit batang sukar dilihat tanpa menggunakan mikroskop, terutama gerakan pada batang dekat pangkal keping biji atau pangkal tangkai daun.

Serangan lalat bibit mengakibatkan putusnya jaringan kulit sehingga menghentikan pengangkutan hara ke akar tanaman dan tanaman menjadi layu, kering dan mati. Gejala kematian tanaman mulai tampak pada umur 14 hst dan saat itu larva sudah memasuki stadia prapupa atau pupa. Serangan ringan pada fase rentan menyebabkan tanaman kerdil, pada kulit pangkal batang dan akar tampak berwarna cokelat yang biasanya dijumpai adanya pupa atau puparium. Tanaman mengalami kematian setelah 16 hari, dimulai pada umur 14 sampai 30 hst. Tanaman muda yang berumur 4–10 hst apabila terserang dapat mengalami kematian, tetapi pada tanaman yang lebih tua biasanya dapat terhindar dari kematian. Selain itu kematian tanaman yang terserang juga ditentukan oleh banyaknya larva yang merusak tanaman yang bersangkutan.

Gejala serangan awal ditandai berupa bintik-bintik putih pada keping biji, daun pertama atau daun kedua akibat tusukan alat peletak telur dan bekas pengisapan cairan daun untuk makanan imago. Umumnya larva mulai memakan dan merusak jaringan keping biji pada umur enam hari (Tengkano dan Soehardjan 1985). Gejala liang gerakan larva pada keping biji dan daun pertama tampak berupa alur atau garis lengkung berwarna cokelat. Serangan sebelum umur 13 hst dapat menyebabkan kematian tanaman (Gambar 23).



Gambar 22. Lalat bibit dewasa

Sumber: www.galerie.insect



Gambar 23. Gejala serangan lalat bibit (kiri dan kanan)

Sumber: Kementan

Pengendalian

Sampai saat ini belum tersedia varietas kedelai yang tahan terhadap hama lalat bibit. Oleh karena itu untuk menanggulangi hama ini dapat dilakukan pengaturan waktu tanam, penggunaan jerami sebagai penutup, pergiliran tanaman dan penggunaan insektisida.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masa rentan bagi kedelai terhadap serangan lalat bibit adalah sejak tumbuh sampai dengan umur 10 hst. Telur maksimal diletakan pada 5–6 hst (Palm *et al.* 1070). Mengingat stadium telur rata-rata 2 hari, maka waktu yang tepat untuk aplikasi insektisida adalah pada umur 7 atau 8 hst. Insektisida yang digunakan dalam bentuk cairan (*emulsifiable concentrate*) atau tepung yang dilarutkan dalam air (*wettable powder* atau *sprayable powder*).

Pengendalian dapat dilakukan dengan perawatan benih dengan cara benih dicampur dengan insektisida (bentuk tepung) sebelum ditanam. Sebaiknya, benih terlebih dahulu dibasahi kemudian dikering-anginkan selama 2 jam agar insektisida dapat melekat. Selain itu, dapat juga menggunakan insektisida butiran (*granula*) yang diaplikasikan ke dalam tanah. Kedua cara ini cukup efektif menekan serangan lalat bibit.

Beberapa percobaan menunjukkan bahwa carbosulfan 25 ST dengan dosis terendah (2,5 gram bahan aktif/kg benih), dan carbofuran 3 G yang diaplikasikan ke dalam tanah dengan dosis 0,25–1,0 kg bahan aktif/ha

dapat menekan serangan lalat bibit. Insektisida lainnya yang efektif sebagai perawatan benih adalah thiodicarb 75 WP dengan dosis 7,5 gram bahan aktif per kg benih.

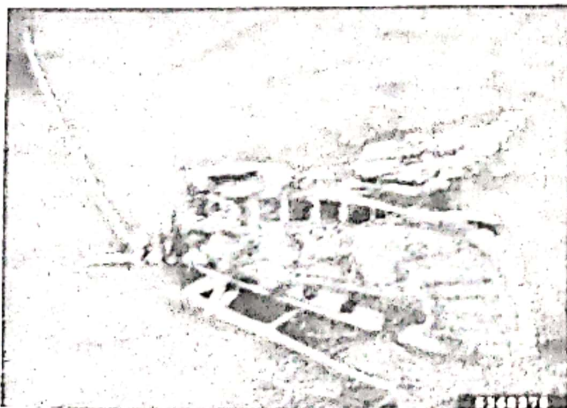
Ulat Penggulung Daun

Biologi

Kedelai termasuk tanaman inang bagi ulat penggulung daun (*Lamprosema indicata* F.). Ulat penggulung daun dewasa (ngengat atau imago) mempunyai dua bercak hitam pada kedua sisi prothorax. Ngengat betina berukuran kecil, berwarna cokelat kekuningan dengan lebar rentangan sayap 20 mm (Gambar 24). Telur diletakkan secara berkelompok pada daun-daun muda yang terdiri dari 2–5 butir. Ulat yang keluar dari telur berwarna hijau, licin, transparan dan agak mengkilap. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 20 mm. Kepompong terbentuk di dalam gulungan daun.

Gejala serangan

Ulat (larva) dari hama ini berdiam dalam gulungan daun yang dibentuk pada pucuk sekaligus untuk meletakkan telur. Ulat setelah besar berpindah ke daun yang lebih tua (Gambar 25). Ulat ini menyerang dengan memakan daun sehingga tertinggal hanya tulang daunnya saja.



Gambar 24. Imago penggulung daun

Sumber: forestryimages.org



Gambar 25. Larva penggulung daun

Sumber: bp.blogspot.com

Pengendalian

Pengendalian terhadap hama pemakan daun masih mengandalkan insektisida sintetik yang diaplikasikan secara terjadwal dengan frekuensi 2 minggu sekali atau lebih tanpa memperhatikan keadaan populasi hama di lapangan. Penggunaan insektisida menjadi berlebihan sehingga seringkali menimbulkan pengaruh samping yang merugikan secara ekonomis dan ekologis. Penerapan PHT harus menjadi pilihan utama karena penggunaan insektisida sintetik merupakan alternatif terakhir, dan biasanya diintegrasikan dengan komponen pengendalian lainnya (Arifin 1992). Menurut Biswar dan Islam (2012) ekstrak biji mimba sangat efektif mengendalikan hama penggulung daun kedelai, sedangkan insektisida sintetik yang efektif adalah diazinon (2 ml/l air).

Musuh alami berpotensi diterapkan sebagai komponen pengendalian di lahan pasang surut. Menurut Willis dan Najib (1998) bahwa predator perusak daun kedelai yang teridentifikasi di lahan pasang surut adalah *Oxyopes* sp., *Paederus* sp., *Lycosa* sp., dan *Solenopsis* sp. Sedangkan parasitoidnya adalah *Tetrastichus* spp., *Telenomus* sp., dan *Apanteles* sp. Tingkat parasitasi *Apanteles* sp. menekan populasi ulat penggulung daun kedelai mencapai 33,8% ()).

Ulat Grayak

Biologi

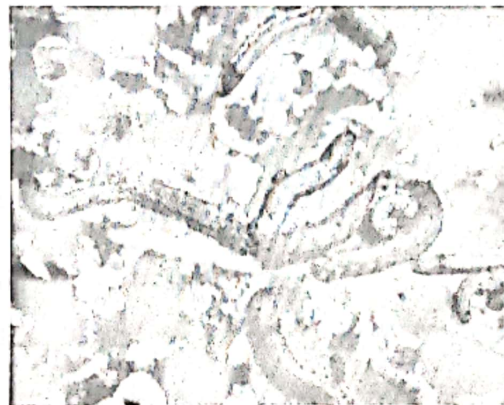
Ulat grayak termasuk dalam ordo Lepidoptera, famili Noctuidae, genus *Spodoptera* dan spesies *Spodoptera litura*. Sayap ngengat bagian depan berwarna cokelat atau keperakan, dan sayap belakang berwarna keputihan dengan bercak hitam (Gambar 26). Kemampuan terbang ngengat pada malam hari mencapai 5 km.

Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi, kelompok telur tertutup bulu seperti beludru berwarna kuning kecokelatan yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina.

Larva mempunyai warna bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Ulat yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi cokelat tua atau hitam kecokelatan, dan hidup berkelompok. Beberapa hari setelah menetas, larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari larva bersembunyi di dalam tanah atau

tempat yang lembap dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar.

Warna dan perilaku larva instar terakhir mirip ulat tanah *Agrothis ipsilon*, namun terdapat perbedaan yang cukup menyolok, yaitu pada ulat grayak terdapat tanda bulan sabit berwarna hijau gelap dengan garis punggung gelap memanjang. Pada umur dua minggu, panjang ulat sekitar 5 cm. Ulat berkepompong di dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon), berwarna cokelat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm. Seekor ngengat betina dapat meletakkan telur 2.000–3.000 butir dengan stadium berkisar 2–4 hari. Stadium larva terdiri atas 5 instar yang berlangsung selama 20–46 hari, sedangkan stadium pupa 8–11 hari. Siklus hidup berkisar antara 30–60 hari (Marwoto dan Suharsono 2008).



Gambar 26. Imago (kiri) dan larva (kanan) dari ulat grayak

Sumber: wikimedia.org

Sumber: M. Thamrin

Gejala serangan

Larva yang masih muda merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas (transparan) dan tulang daun (Gambar 27). Larva instar lanjut merusak tulang daun dan kadang-kadang merusak polong. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun, menyerang tanaman secara serentak dan berkelompok. Serangan berat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan. Serangan berat umumnya terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliasi daun yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono 2008).



Gambar 27. Gejala serangan ulat grayak

Sumber: M. Thamrin

Pengendalian

Ulat grayak adalah hama serangga yang sulit dikendalikan karena perkembangbiakannya yang cepat dan mempunyai kisaran inang yang luas, yaitu hampir semua jenis tanaman pangan dan hortikultura (Laoh *et al.*, 2003). Kehilangan hasil akibat serangan ulat grayak pada tanaman kedelai berumur 30 hari mencapai 28,8% dan pada umur 79 hari mencapai 60,2% (Arifin, 1986). Menurut Willis *et al.* (2003), kerusakan kedelai yang disebabkan oleh ulat grayak di lahan rawa pasang surut berkisar 20%–60% bahkan dapat mencapai 80% apabila tidak dikendalikan.

Penggunaan benih sehat sangat penting, karena benih sehat akan tumbuh menjadi tanaman yang sehat pula. Tanaman yang sehat akan mampu mempertahankan diri dari serangan hama dengan kemampuan tumbuh kembali (*recovery*) yang lebih cepat. Pergiliran tanaman dengan menanam tanaman bukan inang pada saat sebelum atau sesudah tanam kedelai dapat memutus siklus hama sehingga populasinya menjadi tertekan. Sanitasi dengan membersihkan sisa-sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat menjadi inang hama.

Penetapan waktu tanam dan penanaman secara serempak pada satu hamparan dengan selisih waktu tanam maksimal 10 hari, karena waktu tanam yang tidak serempak dalam areal yang luas akan mendorong pertumbuhan populasi hama.

Pengendalian dengan menggunakan tanaman perangkap dapat dilakukan, salah satunya adalah menanam jagung pada areal pertanaman

kedelai, cara seperti ini dapat mengurangi kerusakan kedelai yang disebabkan oleh ulat grayak (Marwoto *et al.* 1991). Penggunaan NPV yang dikombinasikan dengan azadirachtin (insektisida nabati berbahan tumbuhan mimba) efektif mengendalikan hama ulat grayak (Nathan dan Kalaivani 2005; Nathan dan Kalaivani 2006). Agen hayati lainnya adalah *Bacillus thuringiensis* (Bt), bakteri ini efektif mengendalikan ulat grayak dan aman terhadap serangga bukan sasaran seperti parasitoid dan predator (Walker *et al.* 2007). Kombinasi seks feromon dengan aplikasi insektisida berdasarkan pemantauan mampu mencegah kehilangan hasil kedelai akibat serangan ulat grayak (Marwoto 1996).

Insektisida nabati secara umum diartikan sebagai pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuh-tumbuhan yang bersifat racun bagi organisme pengganggu, mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung berbagai senyawa bioaktif. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa ekstrak bagian tanaman ada yang bersifat toksik terhadap hama (Balfas, 1994; Mudjiono *et al.*, 1994). Berbagai jenis tumbuhan telah diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, steroid, asetogenin, fenil propan, dan tannin yang dapat berfungsi sebagai insektisida dan repelen (Campbell, 1933; Burkill, 1935). Sedikitnya 2000 jenis tumbuhan dari berbagai famili telah dilaporkan dapat berpengaruh buruk terhadap organisme pengganggu tanaman (Grainge dan Ahmed, 1987; Prakash dan Rao, 1977), diantaranya terdapat paling sedikit 850 jenis tumbuhan yang aktif terhadap serangga (Prakash dan Rao, 1977).

Efikasi dari beberapa jenis tumbuhan terhadap ulat grayak yang dilakukan di laboratorium menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan kirinyu mampu membunuh ulat tersebut dengan mortalitas 100% pada saat 72 jam setelah aplikasi (Thamrin dan Asikin 2007). Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan kirinyu mampu menekan tingkat kerusakan kedelai sebesar 55,2% (Thamrin 2009; Thamrin *et al.* 2013). Menurut Biller *et al.*, (1994), tumbuhan kirinyu mengandung *pyrrolizidine alkaloids* yang bersifat racun, dan kandungan ini menyebabkan tanaman berbau menusuk dan rasa pahit.

Ambang ekonomi untuk penggunaan insektisida, yaitu apabila kerusakan daun mencapai 12,5% pada umur tanaman sebelum 20 hari atau 20% pada umur tanaman diatas 20 hari. Pada keadaan rusak parah, penggunaan insektisida nabati biasanya tidak mampu menurunkan populasi ulat grayak secara cepat sehingga perlu dikombinasikan dengan insektisida sintetik. Bahan aktif yang dianjurkan untuk mengendalikan ulat ini antara lain permetrin, dekametrin, sipermetrin, sihalotrin, betasiflutrin, etofenproks, klorfluazuron dan flufenoksuron.

Penggerek Polong

Biologi

Di Indonesia terdapat dua spesies penggerek polong, yaitu *Etiella zinckenella* dan *E. habsoni* (Lepidoptera: Pyralidae). Kedua spesies ini dapat dibedakan berdasarkan ada tidaknya garis putih pada sayap depan bagian pinggir. Sayap depan imago *E. zinckenella* memiliki garis putih (Gambar 31), sedangkan *E. habsoni* tidak memiliki garis tersebut. Mobilitas imago *E. zinckenella* lebih gesit dibandingkan *E. habsoni* (Naito dan Hartono 1984), begitu juga perkembangan biologi dan perilaku reproduksi kedua spesies tersebut juga berbeda (Edmonds *et al.* 2003).

Imago *E. zinckenella* meletakkan telur pada pukul 15.00-03.00 WIB dan yang terbanyak pada pukul 18.00-21.00 WIB (Kamandalu *et al.* 1995), sedangkan *E. habsoni* pada pukul 12.00-23.59 WIB, terbanyak pada pukul 15.00-17.59 WIB (Tengkano *et al.* 1995). Bentuk telur kedua spesies tersebut sulit dibedakan. Kamandalu *et al.* (1995) melaporkan bahwa *E. zinckenella* meletakkan telur terutama pada polong. Tengkano (1999) menyatakan, keberadaan telur pada bunga (umur 42 dan 49 hst) perlu diperhitungkan dalam menentukan tindakan pengendalian. Lebih lanjut dilaporkan bahwa kelangsungan hidup larva *E. zinckenella* dipengaruhi oleh letak telur hingga tanaman berumur 56 hst serta ketersediaan dan kualitas pakan.

Satu ekor imago *E. zinckenella* mampu bertelur 54 butir (Jovilano 1983), sedangkan kapasitas bertelur penggerek polong rata-rata 75 butir/ekor dan tertinggi mencapai 204 butir/ekor (Mangundojo, 1958). Menurut Tengkano (1995), kapasitas bertelur penggerek polong berkisar antara 166-531 butir/ekor dan kisaran populasi bertelur antar individu 77-79 butir/ekor. Perbedaan kapasitas bertelur hama ini disebabkan oleh perbedaan jenis dan kualitas pakan pada saat stadium larva.

Setelah telur berumur 3 hari, larva akan keluar mencari polong dan mulai menggerek biji. Kerusakan biji oleh larva bergantung pada ukuran biji yang dimakan. Stadium telur berlangsung 2-4 hari, larva 16 hari, prapupa 3-4 hari, pupa 9-15 hari, dan imago 7 hari (Mangundojo 1958). Prapeneluran berlangsung dua hari, puncak peneluran 5-6 hari, dan periode bertelur 4-24 hari (Tengkano 1992). Setelah mencapai instar 5, larva akan menuju ke bawah untuk membentuk pupa di dalam tanah (Baliadi *et al.* 2008b).

Pengaruh pola pembentukan polong

Informasi mengenai pola pembentukan polong penting artinya dalam pengelolaan hama kedelai terutama penggerek polong, karena berhubungan dengan kemampuan tanaman dalam mengkompensasi kerusakan.

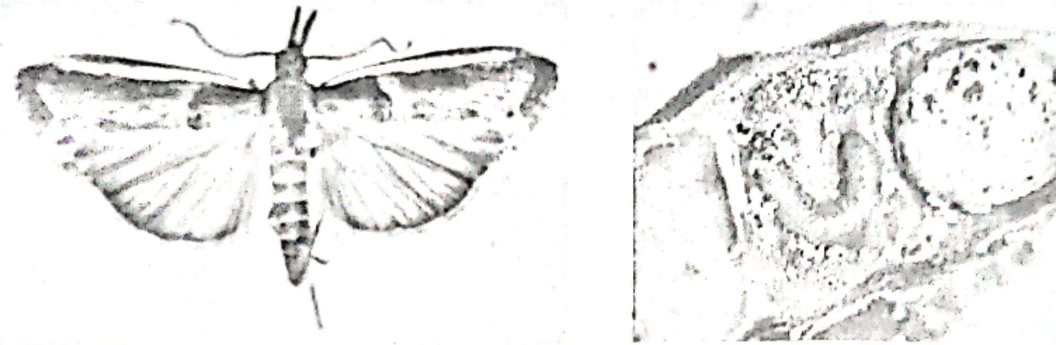
Imago penggerek polong ditemukan pada tanaman kedelai sejak pembungaan sampai menjelang panen. Telur diletakan pada daun, bunga, batang dan polong, sedangkan larva hanya pada polong. Telur dan larva dapat dijumpai pada polong muda sampai tua, baik pada batang bagian atas, tengah maupun bawah. Telur diletakan secara acak yaitu pada bagian ujung, tengah dan pangkal polong dan juga pada bagian bawah daun kelopak bunga yang telah mengering. Dalam satu polong dapat dijumpai lebih dari satu telur atau satu ekor larva dan dapat menyebabkan kerusakan sampai 3 biji/polong (Tengkano, 1999).

Sebaran dan jumlah polong kedelai berbeda menurut umur tanaman dan varietas sehingga sebaran polong arah vertikal juga berbeda. Oleh karena itu agar pemantauan populasi hama memperoleh data yang tepat dan akurat maka sebaran vertikal dan horisontal populasi dan serangan penggerek polong perlu diketahui (Baliadi *et al.* 2008b). Dilaporkan bahwa kedelai varietas Wilis umur 48 hst, jumlah telur penggerek polong yang diletakan pada 1/3 tanaman bagian atas, 1/3 tanaman bagian tengah, dan 1/3 bagian tanaman bagian bawah tidak berbeda, demikian pula pada umur 54 dan 57 hst. Puncak populasinya pada umur 51 hst, sebagian besar populasi telur terdapat pada 2/3 tanaman bagian atas dan tengah, sedangkan pada tanaman bagian bawah lebih sedikit (Baliadi *et al.* 2008b). Djuwarso *et al.* (1993) juga melaporkan bahwa sebaran vertikal telur maupun larva penggerek polong berbeda pada tanaman bagian atas, tengah dan bawah. Populasi telur dominan terdapat pada 2/3 bagian atas, sedangkan larva pada 2/3 bagian bawah tanaman. Telur berada pada daun, bunga, batang dan polong, sedangkan larva hanya terdapat pada polong. Imago umumnya berada pada bagian atas dan tengah tanaman, terutama pada daun.

Gejala serangan

Telur yang diletakan induk pada permukaan polong akan mempermudah larva mencari makan. Larva instar pertama sebelum menggerek kulit polong menutupi dirinya dengan selubung putih dari benang pintal. Selubung putih tersebut sering masih terlihat selama beberapa hari. Setelah larva masuk ke dalam polong, jalan masuk larva terlihat berupa bintik berwarna cokelat. Selama petumbuhannya, larva dapat merusak beberapa polong. Polong yang

telah ditinggalkan larva ditandai oleh adanya lubang gerek dan butir-butir kotoran kering berwarna cokelat muda yang terikat satu sama lain oleh benang pintal (Gambar 28). Dalam satu polong biasanya ditemukan beberapa ekor larva, sehingga tidak jarang semua biji habis digerek.



Gambar 28. Imago (kiri) dan larva (kanan) penggerek polong

Sumber: farm3.staticflickr.com

Sumber:www.nbaii.res.in

Polong yang sangat muda banyak ditumbuhi rambut berukuran panjang 10 mm dan lebar 4 mm ternyata tidak cocok untuk pertumbuhan larva muda. Polong yang telah berisi biji tetapi belum mengeras paling cocok untuk pertumbuhan larva (Djuwarso dan Naito 1991). Serangan pada polong muda dapat mengakibatkan polong rontok, sedangkan serangan pada polong yang tua menurunkan kuantitas dan kualitas biji (Djuwarso dan Hartono 1998).

Ambang ekonomi

Ambang ekonomi merupakan pedoman untuk menentukan saat penggunaan insektisida. Untuk menentukan ambang ekonomi diperlukan beberapa informasi, yaitu hubungan populasi hama dengan kerusakan tanaman, macam kerusakan tanaman akibat hama, dan pengaruh kerusakan tersebut terhadap hasil panen (Arifin dan Rizal 1989). Berdasarkan metode Stone dan Pedigo (1972) dalam Djuwarso dan Hartono (1998), apabila biaya pengendalian sebesar Rp50.000/ha, harga kedelai Rp800/kg, dan potensi hasil kedelai varietas Wilis 1,60 t/ha, maka diperoleh nilai ambang sebesar 62,50 kg/ha dengan kehilangan hasil 3,91%.

Pengendalian

Pendekatan dalam memilih strategi pengendalian hama bertumpu pada pemanfaatan kombinasi yang kompatibel dari penggunaan insektisida kimia serta menghindari terjadinya ketahanan dan resurgensi hama. Selain itu juga untuk menghindari dampak buruk terhadap serangga berguna, kesehatan manusia dan lingkungan (Soenarjo 1992). Berdasarkan biologi penggerek polong dan teknologi pengendaliannya yang efektif, komponen teknologi PHT penggerek polong meliputi sanitasi, tanam serempak, pergiliran tanaman atau pola tanam, tanaman perangkap, insektisida nabati, varietas tahan, pengendalian biologi dan kimiawi.

Sanitasi dan tanam serempak

Sanitasi lingkungan seperti membersihkan gulma dan tanam serempak dengan kisaran waktu tanam antar petani tidak lebih dari 14 hari dapat menekan populasi hama umumnya. Berdasarkan pengamatan hama secara intensif, apabila populasi mencapai ambang ekonomi (2 ekor/tanaman) maka perlu dikendalikan dengan insektisida kimia efektif, misalnya lamda sihalotrin dan deltametrin (Tengkano *et al.*, 2007; Baliadi *et al.*, 2008a).

Pergiliran tanaman dan pola tanam

Pergiliran tanaman bertujuan untuk memutuskan siklus hidup hama dan menurunkan populasi awal sehingga tanaman kedelai terbebas dari serangan penggerek polong atau hanya menderita serangan rendah. Padi dan jagung bukan tanaman inang penggerek polong, oleh karenanya kedua jenis tanaman tersebut dapat ditanam secara bergiliran dengan kedelai, tetapi pergiliran tanaman padi atau jagung dengan kedelai tidak dilakukan secara terus-menerus karena keduanya memiliki hama yang sama yaitu *Nezara viridula*. Pergiliran tanaman akan berhasil apabila disertai dengan bertanam serempak dan melakukan sanitasi.

Tanaman perangkap

Penggunaan insektisida dalam pengendalian hama dapat dibatasi atau diturunkan dengan pemanfaatan tanaman perangkap untuk mengonsentrasikan populasi hama pada areal tertentu sehingga aplikasi insektisida hanya pada tanaman tersebut (Newsom dan Herzog 1977). Menurut Tengkano *et al.* (2000), kedelai MLG 3023 lebih menarik penggerek polong untuk bertelur sehingga dapat dijadikan sebagai tanaman perangkap, dan waktu tanam lebih awal juga berfungsi sebagai tanaman perangkap, karena umur tanaman mempengaruhi preferensi serangga untuk meletakkan telur.

Insektisida nabati

Beberapa tanaman yang bersifat racun terhadap hama serangga adalah biji mimba (azadirachtin), biji srikaya (annonain), biji bengkuang (pachyrhizin) dan daun pacar cina (rokaglamida). Marwoto (2007) mengemukakan bahwa ekstrak daun pacar cina mampu menekan kerusakan biji kedelai akibat serangan penggerek polong sebesar 10% dan mencegah kehilangan hasil kedelai hingga 46%. Ekstrak bagian tanaman pacar cina yang mengandung alkaloid, saponin, flavonoid dan tanin juga mampu berperan sebagai antifidan dan menghambat perkembangan hama.

Varietas tahan

Penggunaan varietas tahan merupakan salah satu cara pengendalian hama yang praktis, ekonomis dan aman bagi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa galur DV/2984-330 terindikasi memiliki kriteria ketahanan yang konsisten terhadap hama penggerek polong, begitu juga kedelai transgenik WP1 (varietas Wilis) dan AT1 (varietas Tidar) juga memiliki ketahanan terhadap hama tersebut (Herman *et al.*, 2001). Sedangkan Sutrisno *et al.*, (2003) melaporkan bahwa dengan menerapkan bioasai, 10 tanaman kedelai Wilis transgenik generasi R3 tidak tahan terhadap penggerek polong, tetapi kedelai Wilis *pinII* generasi R3 (WP1-1-1) menunjukkan tingkat serangan yang rendah.

Pengendalian biologi

Komponen pengendalian dengan menggunakan musuh alami telah diteliti terhadap parasitoid telur *Trichogramma bactrae-bactrae* (Djuwaso *et al.*, 1997; Marwoto, 2001) dan predator *Oxyopes javanus* (Tengkano dan Bedjo, 2004). Kebutuhan parasitoid *T. bactrae-bactrae* sebanyak satu juta ekor setiap hektarnya, dan diaplikasikan tiga kali mulai tanaman berumur 35 hst hingga 65 hst dengan jarak antar titik pelepasan 10 m. Selama pelepasan parasitoid, dianjurkan tidak dilakukan aplikasi insektisida, namun apabila populasi hama cukup tinggi, aplikasi dapat dilakukan pada 5 hari setelah pelepasan parasitoid (Supriyatin dan Marwoto 1999; Marwoto *et al.*, 2002). Menurut Marwoto *et al.* (1997) bahwa (1) parasitoid *T. bactrae-bactrae* cukup efektif memparasit telur penggerek batang dengan daya parasitasi lebih dari 50% di lapang, dan (2) hasil uji pelepasan *T. bactrae-bactrae* di lapang dapat menekan intensitas kerusakan polong sebesar 38,80%, dan dapat mencegah kehilangan hasil biji kedelai hingga mencapai 52%.

Kemampuan *O. javanus* memangsa nimfa instar 2 dan imago dipengaruhi oleh padat populasi penggerek polong. Hubungan antara daya memangsa dengan padat populasi mangsa bersifat linier dan logaritmik, artinya daya

mangsa *O. Javanus* akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah mangsa, tetapi pada titik tertentu daya mangsanya akan berkurang karena telah mencapai kejenuhan. Hubungan bersifat linier apabila jumlah mangsa 6 ekor setiap 2 hari, tetapi pada 8–10 ekor daya mangsanya mulai menurun (Tengkano *et al.*, 2004).

Pengendalian kimiawi

Penggunaan insektisida sebagai alternatif terakhir harus efektif dan efisien, yaitu aplikasinya harus tepat waktu, dosis, sasaran, dan jenis. Insektisida diaplikasikan pada saat serangga dalam stadia lemah dan belum merusak, yaitu pada saat populasi hama mencapai ambang kendali (stadia larva instar 1 atau telur yang hampir menetas), biasanya dapat ditemukan pada tanaman berpolong muda (Djuwarso dan Hartono 1998). Penggerek polong meletakkan telur pada saat tanaman mulai berbunga atau sekitar 35–40 hst. Populasi larva mulai tampak pada 40–45 hst, sedangkan puncak populasinya pada umur 55 hst.

Pemantauan perlu didasarkan pada pola sebaran hama dan serangannya agar pendugaan populasi dan serangannya tepat. Larva penggerek polong umumnya menyebar secara bergerombol sehingga metode penarikan contoh yang efisien adalah sistem dua dimensi dengan unit penarikan contoh tanaman (Suwarso, 1983 *Dalam* Baliadi *et al.*, 2008b). Apabila pengamatan populasi telur secara visual sulit dilakukan maka pemantauan didasarkan pada gejala serangan dengan menggunakan pola pusat baris atau diagonal (Priyanto *et al.*, 1977). Pengendalian dengan insektisida dapat dilakukan apabila populasi larva (polong terserang) 2 ekor pada R4 atau R5 dan 3 ekor pada R6 per 2 tanaman (Djuwarso *et al.*, 1990 *dalam* Baliadi *et al.*, 2008b).

Rekomendasi PHT

Berdasarkan komponen pengendalian yang tersedia dan telah diuji kelayakannya, rekomendasi PHT untuk penggerek polong dapat dirumuskan seperti berikut: (1) tanam serempak pada hamparan dengan kisaran waktu 14 hari, pertanaman awal dapat berfungsi sebagai perangkap populasi dari alam dan akan menjadi sumber infestasi bagi pertanaman berikutnya, oleh karena itu pertanaman awal perlu dipantau secara intensif, (2) pergiliran tanaman dengan padi atau jagung, (3) sanitasi selektif terhadap tanaman inang pada 4–35 hst, (4) pemantauan penggerek polong mulai 42–70 hst, (5) analisis ekosistem berdasarkan hasil pemantauan dan nilai ambang ekonomi untuk keputusan pengendalian, yaitu 2 ekor larva/tanaman, (6) apabila dijumpai imago penggerek polong segera dilakukan pelepasan parasitoid pada 45, 49

dan 53 hst, dan (7) apabila serangan penggerek polong masih belum dapat diatasi atau di atas nilai ambang ekonomi maka dianjurkan menggunakan insektisida lamda sihalotrin (sesuai petunjuk).

Hama *Helicoverpa*

Biologi

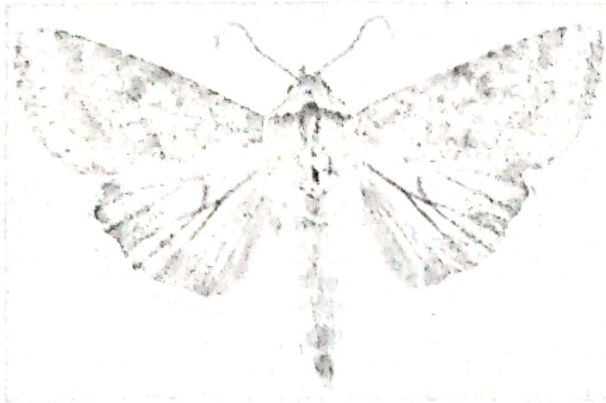
Imago atau ngengat *helicoverpa* (*Helicoverpa armigera* Hubner, Lepidoptera: Noctuidae) memiliki panjang tubuh sekitar 20 mm, berwarna coklat kekuningan dengan pencirinya noktah hitam dibagian sayap dan bentangnya kurang lebih 40 mm (Gambar 29). Imago betina meletakkan telur satu persatu pada pucuk daun, sekitar bunga dan cabang. Telur berbentuk bulat dan berwarna putih agak kekuning-kuningan, kemudian berubah menjadi kuning tua dan ketika akan menetas terlihat adanya bintik hitam. Stadium telur berkisar antara 2-5 hari dan persentase penetasan telur berkisar 63%-82%. Nisbah kelamin jantan dan betina 1 : 1. Stadium larva berkisar antara 12-25 hari. Ketika baru keluar dari telur, larva berwarna kuning muda dan tubuhnya berbentuk silinder. Larva muda kemudian berubah warna, terdapat variasi warna dan pola antar sesama larva. Larva *H. armigera* terdiri dari lima instar, instar pertama (2-3 hari), kedua (2-4 hari), ketiga (2-5 hari), keempat (2-6 hari) dan kelima (4-7 hari). Pupa dibentuk di dalam tanah, pupa yang baru terbentuk berwarna kuning kemudian berubah kehijauan dan akhirnya berwarna kuning kecokelatan. Lama stadium pupa 10-14 hari. Ngengat betina muncul satu hari lebih awal dari ngengat jantan. Ngengat jantan mudah dibedakan dari ngengat betina karena ngengat betina mempunyai pola bercak-bercak berwarna pirang tua, sedang ngengat jantan tidak mempunyai pola seperti itu. Siklus hidup serangga ini berkisar antara 24-44 hari.

Gejala serangan

Hama *helicoverpa* di lahan pasang surut tidak setiap saat muncul, dan populasinya masih rendah. Menurut Setiawati (1991) *helicoverpa* adalah hama penting yang menyerang buah tomat. Uhan dan Suriaatmadja (1993) menyatakan bahwa kerusakan buah tomat yang disebabkan oleh hama ini dapat mencapai 80%, sedangkan Herlida *et al.* (1999) mengemukakan bahwa kerusakan polong kedelai yang disebabkan oleh hama ini di Pagar Alam (Sumater Selatan) mencapai 35,5%.

Larva muda *helicoverpa* memakan jaringan hijau daun, kemudian memasuki instar lanjut, larva menuju bagian polong untuk memakan biji

dengan cara menggigit kulit polong (Gambar 30). Gigitan pada kulit polong akan terlihat berupa lubang-lubang bundar. Larva melubangi polong kedelai muda dan tua, polong yang terserang akan busuk dan jatuh ke tanah (Baliadi dan Tengkan, 2008). Kerugian hasil dapat mencapai 20%, dan pada populasi yang tinggi dapat mengakibatkan gagal panen (Karel, 1985). Tanaman inang lain adalah tomat, tembakau, jagung, kapas, kentang, kubis, dan kacang-kacangan.



Gambar 29. Imago *helicoverpa*
Sumber: ppis.moag.gov.il



Gambar 30. Larva *helicoverpa*
Sumber: syngenta.com

Pengendalian

Pengendalian hama *helicoverpa* dapat dilakukan secara kultur teknis dengan pengaturan waktu tanam, tanam serempak, pergiliran tanaman dengan tanaman bukan inang, dan pengolahan tanah yang baik. Hasil penelitian Baliadi dan Tengkan (2008c) menunjukkan bahwa sistem tumpang sari kedelai dengan jagung dapat mengurangi serangan hama *helicoverpa*. Penggunaan tanaman jagung sebagai tanaman perangkap dalam sistem tumpang sari lebih efektif karena dapat menekan populasi larva hingga 90,8% dibandingkan dengan penggunaan insektisida sintetis hanya dapat menekan sampai 67,2%.

Pengendalian secara fisik dengan cara membasmi larva, mengumpulkan polong yang terserang, memasang perangkap seks feromon sebanyak 40 buah/ha, memanfaatkan musuh alami seperti *Trichogramma* sp. (parasitoid telur), *Eriborus argenteopilosus* (parasitoid larva) dan virus *HaNPV* (patogen) sangat dianjurkan.

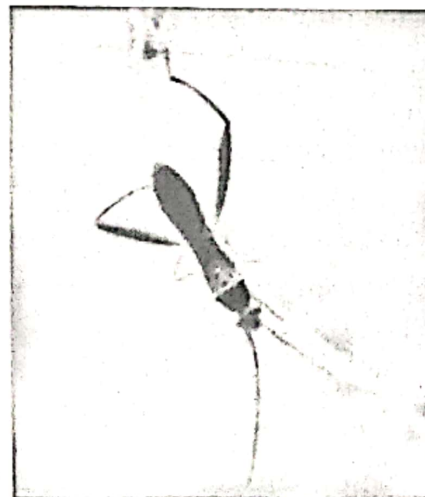
Pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetis dapat dilakukan apabila intensitas serangan mencapai 2% pada umur 45–50 hst (Marwoto *et al.*, 1991). Insektisida yang efektif antara lain piretroid sintetis (sipermetrin, deltametrin), dan IGR (klorfluazuron).

Kepik Polong

Biologi

Kepik polong (*Riptortus linearis* F., Hemiptera: Alydidae), berbadan panjang dan berwarna kuning cokelat. Morfologinya mirip dengan walang sangit, tetapi dapat dibedakan dengan adanya garis putih kekuningan-kuningan yang terdapat disepanjang sisi badannya (Gambar 31). Mawan dan Amalia (2011) melaporkan bahwa pada abdomen betina terdapat garis segitiga berwarna putih, sedangkan pada jantan hanya ada garis memanjang berwarna putih. Jika sudah berisi telur, serangga betina memiliki abdomen yang membesar dan menggembung pada bagian tengah, sedangkan abdomen jantan lurus ke belakang. Sedangkan menurut Tengkan (1979) dan Laan (1981), bahwa panjang badan kepik betina 13–14 mm dan jantan 11–13 mm. Abdomen kepik betina bagian tengah membesar dan gembung, sedangkan kepik jantan lurus ke belakang.

Telur diletakkan berkelompok pada permukaan daun bagian bawah dan atau polong, tiga sampai lima butir. Bentuk telur bulat dengan bagian tengah agak cekung. Telur yang baru diletakkan berwarna biru keabu-abuan kemudian menjadi cokelat suram. Diameter telur 1,2 mm dengan stadia 6–7 hari (Laan 1981; Tengkan 1979).



Gambar 31. Imago kepik polong

Sumber: ahahermanto.wordpress.com

Nimfa terdiri dari lima instar, masing-masing instar berbeda bentuk, warna, ukuran dan umur. Instar pertama mirip semut gramang, warnanya mula-mula kemerah-merahan kemudian berubah menjadi cokelat kekuning-kuningan. Umurnya 1-3 hari dengan panjang badan rata-rata 2,6 mm. Instar

kedua juga mirip semut gramang, mula-mula berwarna coklat kekuning-kuningan berubah menjadi coklat tua. Umur instar dua antara 2–4 hari dengan panjang badan 3,4 mm. Instar ketiga mirip semut nangrang, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat. Umur instar tiga antara 2–6 hari dan panjang badannya 6,0 mm. Instar keempat mirip semut polyrachis, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat hitam. Umur instar empat antara 3–6 hari dan panjang badan rata-rata 7,0 mm. Instar kelima mirip semut polyrachis, mula-mula berwarna kemerah-merahan, kemudian berubah menjadi hitam agak abu-abu. Umur instar antara 5–8 hari dan panjang badan rata-rata 9,9 mm. Total umur nimfa rata-rata 23 hari dan perkembangan dari telur sampai imago rata-rata 29 hari dan prapeneluran lima hari (Tengkano, 1979). Sedangkan lama stadium imago $29,3 \pm 13,8$ hari, dan lama perkembangannya sejak telur sampai dewasa rata-rata 64,5 hari (Mawan dan Amalia, 2011).

Gejala serangan

Serangga dewasa dan nimfa merusak seluruh stadia pertumbuhan polong dan biji. Kerusakan yang diakibatkannya berbeda-beda, ditentukan oleh frekuensi serangan dan umur biji atau polong. Hama ini merusak dengan cara menusuk kulit polong sampai ke biji kemudian mengisap cairan biji tersebut, sama dengan hama kepik polong lainnya seperti *Nezara viridula* dan *Piezodorus rubrofasciatus*. Serangan pada polong muda menyebabkan biji tidak bernaas dan seringkali berakibat gugurnya polong. Serangan pada fase pertumbuhan polong dan pengisian biji menyebabkan biji dan polong hampa kemudian mengering. Serangan pada fase pengisian biji menyebabkan biji menjadi busuk dan hitam, dan serangan pada polong tua menyebabkan turunnya kualitas biji karena adanya bintik-bintik hitam.

Gejala kerusakan oleh kepik polong dapat dilihat pada bagian dalam kulit polong dan biji dengan cara membuka kulit polong. Seringkali terlihat gejala tambahan yaitu sejenis jamur yang masuk pada saat serangga menusuk dan mengisap cairan biji.

Pengendalian

Menurut Hein (2003) dalam Arifin *et al.* (2010), ada empat strategi yang dapat dikembangkan untuk menurunkan status hama kepik polong ke tingkat yang dapat ditoleransikan, yakni: (1) tanpa pengendalian, (2) menurunkan populasi, (3) mengurangi kerentanan tanaman terhadap hama, dan (4) kombinasi beberapa teknik pengendalian.

Dalam suatu agroekosistem, apabila komponen penyusunnya tidak mengalami perubahan permanen maka populasi hama cenderung berfluktuasi dalam keadaan seimbang karena diatur, antara lain oleh musuh alami. Dalam ekosistem yang seimbang tersebut populasi hama berada jauh di bawah ambang ekonomi sehingga tindakan pengendalian tidak perlu dilakukan.

Strategi yang diterapkan untuk menurunkan populasi hama terbagi dalam dua situasi yaitu: (1) apabila populasi kepik polong akan melampaui ambang ekonomi maka untuk tindakan preventif, sebelum tanam harus dilakukan rotasi tanaman, pemusnahan inang alternatif, perubahan waktu tanam, atau tindakan lain yang merubah lingkungan menjadi tidak disukai kepik polong, dan (2) untuk tindakan kuratif yaitu mengganti lingkungan sehingga menjadi kurang menguntungkan bagi hama, dan melakukan tindakan yang mengakibatkan kematian atau menghambat reproduksi, antara lain dengan insektisida kimia atau insektisida biorasional.

Upaya mengurangi kerentanan tanaman terhadap hama merupakan strategi yang efektif, ekonomis, dan aman lingkungan. Strategi ini tidak mengurangi populasi hama secara langsung tetapi sangat berarti karena tanaman dapat menolak atau menolerir hama. Upaya ini dapat disertai dengan meningkatkan vigor tanaman melalui pengairan tepat waktu dan pemupukan. Sampai saat ini, varietas kedelai tahan kepik polong belum ditemukan. Perakitan varietas tahan dengan tetua galur-galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 yang memiliki sifat antixenosis dapat mengurangi kerentanan tanaman terhadap kepik polong (Suharsono, 2006).

Pengendalian dengan teknik budi daya

Teknik pengendalian adalah suatu usaha memanipulasi agroekosistem untuk membuat lingkungan pertanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangbiakan hama, serta menyediakan habitat bagi organisme menguntungkan. Beberapa teknik budi daya, antara lain: (1) pergiliran tanaman untuk memutus rantai makanan bagi hama, misalnya pergiliran tanaman kedelai dengan jagung atau padi yang dapat mengatasi masalah hama karena masing-masing memiliki kompleks hama berbeda, (2) penanaman dalam barisan (*strip cropping*), misalnya menanam kedelai dan jagung secara berselang-seling pada petak berbeda (Leslie dan Cuperus, 1993). Teknik ini dapat meningkatkan keragaman sehingga tanaman inang tersamarkan dari serangan hama, dan juga tanaman dapat berfungsi sebagai tempat berlindung atau sumber pakan bagi organisme berguna, (3) penanaman varietas hasil perakitan galur-galur IAC-100 dan IAC-80-596-2 yang memiliki sifat antixenosis berupa ketebalan kulit polong dan kerapatan trikoma dapat

mengurangi jumlah luka tusukan stilet kepik polong dan kepik pengisap polong lainnya (Suharsono, 2006), dan (4) penanaman tanaman perangkap, yakni kacang hijau varietas Merak dan *Sesbania rostrata* dikombinasikan dengan insektisida deltametrin (Arifin *et al.*, 2010).

Pengendalian hayati

Pengendalian hayati adalah penggunaan musuh alami (parasitoid, predator, dan patogen serangga) untuk mempertahankan populasi hama di bawah tingkat yang merugikan tanaman. Musuh alami akan bekerja baik dalam mengendalikan hama apabila ekosistem tidak terganggu, terutama oleh penggunaan pestisida secara berlebihan. Pemanfaatan musuh alami kepik polong dapat dilakukan melalui dua cara, yakni (1) konservasi musuh alami, misalnya parasitoid telur *Gryon nigricorne*, predator telur *Dolichoderus* sp., *Solenopsis geminata*, dan *Paederus* sp. (Higuchi *et al.*, 1999; van den Berg *et al.*, 1995), dan (2) augmentasi melalui perbanyakan dan aplikasi beberapa jamur patogen serangga, seperti *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*, dan *Verticillium lecanii* (Arifin *et al.*, 2010).

Menurut Cloyd (2003) dalam Prayogo dan Suharsono (2005), bahwa pengendalian kepik polong akan mencapai hasil yang maksimal apabila dilakukan tepat waktu dan sasaran. Siklus hidup kepik polong terdiri atas beberapa stadia instar sehingga perlu diketahui stadia serangga yang rentan terhadap aplikasi cendawan *V. lecanii*. Walaupun *V. lecanii* mampu menginfeksi berbagai stadia kepik polong, aplikasi beberapa kali sangat membantu menurunkan populasi hama sampai pada batas yang tidak merugikan.

Keefektifan agen hayati untuk mengendalikan suatu hama dapat dilihat dari mortalitas serangga uji dan tingkat kerusakan hasil setelah dilakukan aplikasi. Kinerja suatu agen hayati umumnya tidak dapat dilihat dalam waktu singkat seperti halnya insektisida kimia, walaupun demikian aplikasi cendawan *V. lecanii* mampu membunuh kepik polong dewasa dengan mortalitas 81% (Prayogo, 2004). Hal ini disebabkan cendawan tersebut mampu memproduksi senyawa metabolit seperti *cyclodepsipeptide* dan *dipicolinic acid* yang sangat virulen terhadap beberapa jenis hama serangga (Cloyd, 2003 dalam Prayogo dan Suharsono 2005). Selain itu kerusakan biji akibat tusukan imago juga rendah, hanya 2,6 tusukan tiap biji (Prayogo, 2004 dalam Prayogo dan Suharsono, 2005). Tusukan pada biji menyebabkan kualitas dan kuantitas hasil berkurang hingga 79% serta daya kecambah biji rendah. Rendahnya tingkat kerusakan biji karena perlakuan cendawan *V. lecanii* mengindikasikan bahwa agen hayati tersebut berpeluang sebagai salah satu alternatif pengendalian hama pengisap polong kedelai (Jansen dan Newsom, 1972).

Agen hayati seperti cendawan entomopatogen mampu menginfeksi semua stadia serangga, seperti imago, nimfa, dan telur. Cendawan *V. lecanii* mampu menginfeksi berbagai stadia kepik polong sehingga populasi hama tersebut di lapangan selalu terkendali. Kepik polong mempunyai siklus hidup yang meliputi imago, telur, dan nimfa dengan populasi di lapangan yang tumpang tindih, akan tetapi *V. lecanii* mampu hidup dalam jangka waktu lama dan bertahan sebagai saprofit pada serasah atau sisa-sisa hasil pertanian sehingga eksistensi cendawan cukup berarti (Hall, 1973). Cendawan *V. lecanii* mampu menginfeksi telur kepik polong sehingga tidak menetas yang mencapai 59% (Prayogo, 2005). Walaupun telur mampu menetas membentuk nimfa instar 1 tetapi kelangsungan hidupnya hanya 21% (Prayogo dan Suharsono, 2005).

Sebelum melakukan pengendalian suatu hama, perlu dipahami biologi serangga hama sasaran sehingga dapat ditentukan saat pengendalian yang tepat. Hama stadium awal umumnya rentan terhadap berbagai cara pengendalian (Prayogo dan Tengkan, 2002). Cendawan *V. lecanii* lebih efektif terhadap nimfa kepik polong instar I dan II daripada instar lainnya (Prayogo *et al.*, 2005). Mortalitas nimfa instar I dan II berkisar antara 72%–80%, sedangkan mortalitas instar lainnya tertinggi hanya 28%. Tingginya mortalitas instar I dan II akan memudahkan pengendalian karena mobilitas serangga pada instar tersebut kurang aktif dibandingkan dengan instar yang lebih tua, sehingga peluang suspensi konidia cendawan *V. lecanii* menempel pada integumen jauh lebih banyak. Selain itu, lapisan kulit integumen serangga muda lebih tipis dan lunak sehingga memudahkan konidia cendawan masuk ke dalam tubuh inang. Dengan demikian, pengendalian hama kepik polong dianjurkan dilakukan pada stadia muda, yaitu nimfa instar I dan II (Prayogo dan Suharsono, 2005).

Penggunaan insektisida

Insektisida kimia merupakan pilihan terakhir dalam usaha pengendalian hama karena berpotensi menimbulkan dampak negatif. Insektisida harus digunakan sesuai kebutuhan, misalnya pengendalian hayati atau teknik budi daya gagal menjaga populasi hama pada tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi. Insektisida tersebut selain efektif, juga harus selektif terhadap satu atau beberapa jenis hama saja, dan residunya berumur pendek. Beberapa jenis insektisida kimia yang dianjurkan untuk mengendalikan kepik polong, antara lain deltametrin dan klorpirifos karena masing-masing mampu mempertahankan hasil panen 61,6% dan 45,3% (Arifin *et al.*, 2010).

KESIMPULAN

Jenis hama serangga yang banyak menyerang pertanaman kedelai di lahan pasang surut adalah lalat bibit, ulat grayak, ulat *helicoverpa*, ulat penggulung daun, penggerek polong dan kepik polong. Hama ini dapat ditekan dengan cara melakukan sanitasi lingkungan, tanam serempak dengan waktu tanam yang tepat, pergiliran tanaman, pengelolaan air dan penggunaan pupuk yang berimbang.

Pengendalian hama kedelai dilakukan dengan cara memadukan komponen pengendalian yang kompatibel seperti varietas tahan, penggunaan benih sehat, kultur teknis dan musuh alami, sedangkan penggunaan insektisida sintetik atau kimia adalah alternatif terakhir apabila cara pengendalian lainnya tidak efektif lagi, dan cara ini juga harus dikombinasikan dengan komponen pengendalian lainnya yang kompatibel.

DAFTAR PUSTAKA

- Akib, W., dan D. Baco. 1985. Ketahanan varietas kedelai terhadap penggerek polong *Etiella zinckenella* (Treitschke). hlm. 56–82. Prosiding Simposium Hama Palawija. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung dan Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- Arifin, M. 1986. Kerusakan dan hasil kedelai varietas orba pada berbagai umur tanaman dan populasi ulat grayak (*Spodoptera litura*). Seminar Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Arifin, M. 1992. Bioekologi, serangan, dan pengendalian hama pemakan daun kedelai, pp. 81–116. Dalam Marwoto *et al.* (Eds.). Risalah Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Arifin, M. dan A. Rizal. 1989. Ambang ekonomi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman kedelai varietas Orba. Penelitian Pertanian. 9(2): 71–77.
- Arifin, M., Y. Prayogo, dan D. Koswanudin. 2010. Insektisida biorasional untuk mengendalikan hama kepik cokelat, *Riptortus linearis* pada kedelai. Seminar Nasional Kedelai pada tanggal 29 Juni 2010 di Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. 16p.
- Arinafril dan P. Muller. 1999. Aktivitas biokimia ekstrak mimba terhadap perkembangan *Plutela xylostella*. Prosiding Seminar Nasional: Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Perhimpunan Entomologi Indonesia. p. 381–386.

- Balfas, R. 1994. Pengaruh ekstrak air dan etanol biji mimba terhadap mortalitas dan pertumbuhan ulat pemakan daun handeuleum, *Doleschalia polibete*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. p. 203–207.
- Baliadi, Y., W. Tengkan, dan Marwoto. 2008a. Validasi rekomendasi pengendalian hama terpadu kedelai di lahan sawah dengan pola pergiliran tanaman padi-kedelai-kedelai. *Agritek* 16(3): 153–159.
- _____ 2008b. Penggerek polong kedelai, *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae), dan strategi pengendaliannya di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 27(4): 133–123.
- Baliadi, Y dan W. Tengkan. 2008. Ulat pemakan polong *Helicoverpa armigera* Hubner: Biologi, perubahan status dan pengendaliannya pada kedelai. *Buletin Palawija* no 16:37–50.
- BBP2TP. 2008. Teknologi Budi daya Kedelai. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. 16 hal.
- Biller, A., M. Boppre, L. Witte and T. Hertman. 1994. Pyrrolizidine alkaloids in *Chromolaena odorata*. *Phytochemistry*. <http://www.ens.cau.au//Chromolaena/o/o/mod.html>. Diakses 26 Agustus 2005.
- Biswas, G. C., and R. Islam. 2012. Infestation and management of the leaf roller (*Lamprosema indicata* fab.) in soybean (*Glycine max* l.). *Bangladesh J. Agril. Res.* 37(1): 19–25.
- Burkill, J.H. 1935. A dictionary of economic products of the Malay Peninculla. Government of the Straits Settlement. Milbank. London S.W. 340 hal.
- Campbell, F.L., and W.W. Sullivan. 1933. The relative toxicity of nicotine, methyl anabasine and lupinine for culicine mosquito larvae. *J.Con. Entomol.* 26(3): 910–918.
- Daha, L., A. Rauf, S. Sosromarsono, U. Kartosuwondo dan S. Manuwoto. 1998. Ekologi *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) di pertanaman kedelai. *Bul. HPT*. 10(2):10–16.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 1997. Pedoman Rekomendasi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Padi dan Palawija. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Hortikultura. Jakarta. 159 hal.
- Djuwarso, T. and A. Naito. 1991. Analysis of soybean and damage caused by *Etiella* pod borer. Proceeding of Final Seminar of the Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crops Production (ATA-378). AARD, CRFC, BORIF, JICA. p 56–60.
- Djuwarso, T., B. Soegiarto, dan B.H. Priyanto. 1993. Pola sebaran penggerek polong *Etiella* spp. pada tanaman kedelai. *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan*. 6:46–52.

- Djuwarso, T., D.M. Arsyad, Asadi, and A. Naito. 1994. Evaluation of soybean resistance to *Etiella* pod borer. p. 21–32. *In* I. Prasadja, M.F. Muhadjir, N. Sunarlim, L. Gunarto, dan U.G. Kartasmita (Ed.) Effective of Use Agricultural Material and Insect Pest Control on Soybean. Central Research Institute for Food Crops – JICA.
- Djuwarso, T. dan Hartono. 1998. Strategi pengendalian penggerek polong kedelai *Etiella* spp. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 17(3): 90–98.
- Djuwarso, T., W. Tengkan, D. Koswanudin, dan D. Damayanti. 1997. Potensi *Trichogramma bactrae-bactrae* parasitoid telur penggerek polong kedelai. hlm. 29–47. *Dalam* M. Arifin, Soetrisno, D. Soetopo, I.W. Laba, Harmoto, A. Kusmayadi, Siswanto, I.M. Trisawa, dan D. Koswanudin (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Tantangan Entomologi pada Abad XXI. Bogor, 8 Januari 1997. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor - Proyek Pengendalian Hama Terpadu.
- Effendy T.A. dan S. Herlinda. 2001. Biologi *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) pada kedelai dan pengendaliannya menggunakan ekstrak batang *Aglaia* sp. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Sumatera Selatan, Palembang, 12–13 November 2001.
- Grainge, M and S. Ahmed. 1987. Handbook of Plants with Pest Control Properties. New York: J. Wiley. 470 pp.
- Greathead, D.J. 1968. A study in East Africa of the bean flies (Diptera, Agromyzidae). Effecting *Phaseolus vulgaris* and their natural enemies, with the description of the new species of *Melanagomyza*. *Kend. Bull. Entomol. Res.* 52:541–61.
- Hall, T.M. 1973. Use of microorganism in biological control. p. 610–628. *In* P. Debach (Ed.). Biological Control of Insects Pest and Weeds. Chapman and Hall Ltd., London.
- Herlinda, S., L. Dahan dan A. Rauf. 1999. Biologi dan pemanfaatan parasitoid telur *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) untuk Pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanaman kedelai dan tomat. p. 23–32. *Dalam* Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor Bekerjasama dengan Program Nasional PHT, Bogor 16 Pebruari 1999.
- Herlinda, S. 2005. Bioekologi *Helicoverpa armigera* (hübner) (lepidoptera: noctuidae) pada tanaman tomat. *Agria* 2(1):32–36.

- Herman, M., S.J. Pardal, E. Listanto, T.I.R. Utami, dan Damayanti. 2001. Evaluasi ketahanan kedelai generasi RI hasil transformasi dengan gen *proteinase inhibitor II*. In D.L. Weigman (Ed.) Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung.
- Higuchi H, Nakamori H, and Mizutani N. 1999. Egg parasitoids of bean bug, *Riptortus linearis* (Fabricius) (Heteroptera: Alydidae) in Okinawa Island. J. Appl. Entomol. Zool. 43(2): 99–100.
- Honma, K., T. Djuwarso, Hartono and A. Iqbal. 1986. Mechanism of resistance to pod borers in soybean varcity No. 29. Penelitian Pertanian. 6(1): 40–42.
- Jansen, R.L. and L.D Newsom. 1972. Effect of stink bug damage soybean seeds on germination, emergence and yield. J. Econ. Entomol. (65): 261–264.
- Jovillano, M.A. D.A. 1983. Biological aspects of *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae) in West Java. BIOTROP, SEAMEO Regional Center for Tropical Biology. 47pp.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. (Revised by P.A. Van der Laan). P.T. Ichtisar Baru – Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Kamandalu, A., A.A.N.B., I.M. Samudra, B.H. Priyanto dan W. Tengkanu. 1995. Identifikasi faktor biofisik tanaman inang yang menarik imago *Etiella zinckenella* dan *Helicoverpa armigera* untuk hinggap dan bertelur. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. 16 hlm
- Karel, A.K. 1985. Yield losses from and control of bean pod borers, *Maruca testulalis* (Lepidoptera:Pyralidae) and *Heliothis armigera* (Lepidoptera:Noctuidae). Journal Economic. Entomology 57:778–779.
- Laoh, J.H., F. Puspita dan Hendra. 2003. Kerentanan larva *Spodoptera litura* F. Terhadap virus nuklear polyedrosis. Fakultas Pertanian, Universitas Riau. Pekanbaru. [http://www.Unri.ac.id/jurnal/jurnalnature/vo/15\(2\)Henni.Pdf](http://www.Unri.ac.id/jurnal/jurnalnature/vo/15(2)Henni.Pdf).
- Leslie, A.R. and G.W. Cuperus. 1993. Successful Implementation of Integrated Pest Management for Agricultural Crops. CRC Press, Boca Raton, Florida. 193 p.
- Manuwoto, S. 1999. Pengendalian hama ramah lingkungan dan ekonomis. Dalam I. Prasadja, M. Arifin., I.M. Trisawa., I.W. Laba., E.A. Wikardi., D. Sutopo., Wiranto dan E. Karmawati (Ed). 1–12. Prosiding Seminar Nasional Peranan Entomologi dan Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor.

- Marwoto. 2007. Potensi ekstrak daun *Aglaia odorata* untuk pengendalian hama polong kedelai. Ilm. 396–404. Dalam D. Harnowo, A.A. Rahmiana, Suharsono, M.M. Adie, F. Rozi, Subandi, dan A.K. Makarim (Ed.). Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Marwoto, S. Rasminah, G. Mudjiono, dan Y. Moenandir. 2002. Penentuan waktu dan titik pelepasan parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* Nagaraja dalam mengendalikan hama penggerek polong kedelai. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 21(2): 24–29.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada tanaman kedelai. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 27 (4): 131–136.
- Marwoto, Supriyatin, dan T. Djuwarso. 1997. Prospek pengendalian hama penggerek polong kedelai (*Etiella* spp.) dengan parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. XVI(3): 71–76.
- Marwoto, E. Wahyuni dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama secara terpadu. Monograf Balittan Malang no. 7. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. 38 hal.
- Mawan, A., dan H. Amalia. 2011. Statistika Demografi *Riptortus linearis* F. (Hemiptera: Alydidae) pada Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). J. Entomol. Indon. 8(1): 8–16.
- Mudjiono, A., Suyanto dan W. Prihayana. 1994. Kemampuan insektisida nabati, mikroba dan kimia sintetis terhadap ulat *Plutela xylostella*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. p. 86–90.
- Nathan, S. S. and K. Kalaivani. 2005. Efficacy of nucleopolyhedrosis virus and azadirachtin on *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Biol. Control 34: 93–98.
- Nathan, S. S. and K. Kalaivani. 2006. Combined effects of azadirachtin and nucleopolyhedrosis virus (*SpLN*PV) on *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Biol. Control 39: 96–104.
- Newsom, L.D. and D.C. Herzog. 1977. Trap crops for control soybean pest. p. 157–179. In E.H. Smith, and D. Pimental (Eds). Pest Control Strategies. Academic Press, New York.
- Norris, R.F., E.P. Caswell-Chen, and M. Kogan. 2003. Concepts in Integrated Pest Management. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 586 pp.

- Pabbage, M.S. 1990. Pengendalian penggerek polong *Etiella zinckenella* pada tanaman kedelai. Kongres I Himpunan Perlindungan Tanaman Indonesia. Jakarta 8-0 Februari 1990.
- Prakash, A and J. Rao. 1997. Botanical Pesticides in Agriculture. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Prayogo, Y. 2005. Cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* dan *Paecilomyces fumosoroseus* sebagai salah satu alternatif untuk mengendalikan telur hama pengisap polong kedelai. Berita Puslitbangtan (32):10.
- Prayogo, Y., dan Suharsono. 2005. Optimalisasi pengendalian hama pengisap polong kedelai (*Riptortus linearis*) dengan cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 24(4): 123-130.
- Prayogo, Y. dan W. Tengkan. 2002. Pengaruh umur larva *Spodoptera litura* terhadap efektivitas *Metarhizium anisopliae* isolat Kendalpayak. Majalah Ilmiah Biologi Biosfera, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman 19(3): 70-76.
- Prayudi, B. 2001. Pengendalian hama penyakit utama tanaman padi berdasarkan konsep PHT di lahan rawa. Dalam Prayudi, B. *et al* (Eds). Monograf: Hama dan Penyakit Utama Padi di Lahan Rawa Pasang Surut. p. 1-6.
- Priyanto, B.H., W. Tengkan, dan E.K. Rusamsi. 1977. Pola sebaran dan metode pencontohan sekuensial untuk penggerek polong kedelai. Seminar Program Nasional PHT Subang, 16-19 Juni 1977. 25 hlm.
- Puslitbangtan. 1992. Petunjuk bergambar untuk identifikasi hama dan Penyakit kedelai di Indonesia, Program Nasional PHT. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sastrodihardjo, S., I. Ahmad., Tri Koesumaningtyas dan S. Manaf. 1992. Penggunaan Produk alam dalam pengendalian hama terpadu. PAU Ilmu Hayati ITB.
- Sembel, D.T. 2011. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Penerbit ANDI Yogyakarta. 306 hal.
- Sembiring, M. 1980. Preferensi peneluran *Agomyza phaseoli* Coq. (Agomyzidae, Diptera) pada beberapa stadia umur dan jenis tanaman kacang-kacangan. Tesis Sekolah Pasca Sarjana, IPB.
- Setiawati, W. 1991. Daur hidup ulat buah tomat, *Heliothis armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Bul. Penel. Hort.* 21(3):112-119.
- Soenarjo, E. 1992. Konsepsi dan strategi pengelolaan hama terpadu. 3-11. Dalam Marwoto, N. Saleh, Sunardi, dan A. Winarno (Ed.) Risalah

- Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Sosromarsono. 1989. Pengendalian Kultural. Universitas Sam Ratulangi.
- Stern, V.M., P.L. Adkinson, O. Beingolia and G.A. Viktorov. 1976. Cultural Control. *In* Huffaker, C.B. and P.S. Messenger (Ed). 593–608. Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York, San Fransisco, London.
- Stone, J.D. and L.P. Pedigo. 1972. Development and economic injury level of the green cloverworm on soybean in Iowa. *J. Econ. Entomol.* 65: 197–201.
- Suharsono. 2006. Antixenosis morfologis salah satu faktor ketahanan kedelai terhadap hama pemakan polong. *Buletin Palawija.* 11: 31–33.
- Suhartina. 2005. Diskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 154p.
- SupriyatindanMarwoto. 1999. Penentuan dosis pelepasan *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* untuk pengendalian hama penggerek polong kedelai. hlm. 61–70. *Dalam* I. Prasadja, M. Arifin., I.M. Trisawa., I.W. Laba., E.A. Wikardi., D. Sutopo., Wiranto dan E. Karmawati (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Peranan Entomologi dan Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor.
- Susilo, A., D. Haryanto, dan S. Satriyo. 1996. Pengaruh bagian tanaman mimba (*Azadirachta indica*) terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Majalah Ilmiah Pembangunan.* 5(9): 136–143.
- Taufik, A., Marwoto, F. Rozi, I.M.J. Mejaya. 2011. Peningkatan Produksi Kedelai di Lahan Pasang Surut (Penerapan PTT Kedelai di Lahan Pasang Surut Tipe C Jambi). Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Puslitbangtan, Badan Litbang Pertanian. 43 hal.
- Tengkano, W. 1979. Biologi dan pengaruh tiga macam umur polong kedelai terhadap produksi telur *Riptortus linearis* F. Makalah disampaikan pada Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia di Jakarta pada tanggal 9–11 Januari 1979.
- Tengkano, W., B. Soegiarto, D. Koswanudin, M. Imam, dan A.M. Tahir. 1995. Identifikasi tanaman inang yang menarik bagi imago *Etiella zinckenella* Tr. Dan *E. nabsoni* Hbn. untuk meletakkan telur. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. 24 hlm.
- Tengkano, W. 1999. Pengaruh letak telur *Etiella zinckenella* Treitschke pada tanaman kedelai terhadap kelangsungan hidup larva dan tingkat serangannya. 529–340. *Dalam* I. Prasadja, M. Arifin, I.M. Trisnawa, I.W. Laba, E.A. Wikardi, D. Soetopo, Wiratno, dan E. Karnawati (Ed.)

- Prosiding Seminar Nasional Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama Ramah Lingkungan dan Ekonomi. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor.
- Tengkano, W., Supriyatin,, dan Marwoto. 2000. Efektivitas penggunaan varietas dan luas pertanaman kedelai sebagai perangkap telur *Etiella zinckenella* Tr. hlm. 22–29. *Dalam*, M. Jusuf, J. Soejitno, D.M. Arsyad, A.A. Rahmiana, Heriyanto, Marwoto, I.K. Tasra, M.M. Adie, dan Hermanto (Ed.). *Pengelolaan Sumber daya Lahan dan Hayati pada Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. Bogor.
- Tengkano, W. dan Bedjo. 2004. Potensi *Oxyopes javanus* Thorell (Oxyopidae: Araneae) memangsa hama utama kedelai. *Sainteks (Jurnal Pengembangan Ilmu-ilmu Pertanian)* XI(3): 165–174.
- Tengkano, W., Bedjo, dan Suharsono. 2004. Kemampuan *Oxyopes javanus* Thorell memangsa instar 2 pengisap polong dan imago *Etiella zinckenella* Treit. pada berbagai tingkat populasi. hlm. 434-443. *Dalam* A.K. Makarim, Marwoto, M.M. Adie, A.A. Rahmiana, Heriyanto, dan I.K. Tastra (Ed.). *Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Tengkano, W., Supriyatin, Suharsono, Bedjo, Y. Prayogo, dan Purwanto. 2007. Status hama kedelai dan musuh alami di lahan kering masam Lampung. *Iptek Tanaman Pangan* 2(1): 93–109.
- Thamrin, M. 2009. Pemanfaatan insektisida nabati asal tumbuhan rawa untuk pengendalian ulat grayak dan plutela pada pertanaman kedelai dan sayuran di lahan rawa pasang surut yang berwawasan lingkungan. *Kerjasama Kementerian Riset dan Teknologi dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 14p.
- Thamrin, M., S.Asikin, Mukhlis dan A.Budiman. 2007. Potensi ekstrak flora lahan rawa sebagai pestisida nabati. *Dalam* Supriyo, A., M. Noor, I. Ar-Riza dan D. Nazemi (Ed). *Monograf: Keanekaragaman Flora dan Buah-buahan Eksotik Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Hal 23–31.
- Thamrin, M., S. Asikin dan M. Willis. 2013. Tumbuhan kirinyu *Chromolaena odorata* (L) (Asteraceae: Asterales) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura*. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32(3):112–121.
- Uhan, T. S. dan R. E. Suriaatmadja. 1993. Pengendalian ulat buah tomat (*Helicoverpa armigera* Hubn.) dengan insektisida organophosphat dan pirethroid buatan. *Bul. Penel. Hort.* 25(4):29-34.

- van den Berg, H., A. Bagus, K. Hassan, A. Muhammad, and S. Zega. 1995. Predation and parasitism on eggs of two pod-sucking bugs, *Nezara viridula* and *Piezodorus hybneri* in soybean. *International Journal of Pest Management*. 41(3): 134–142.
- Willis, M. dan M. Thamrin. 1993. Strategi dan program implementasi pengelolaan hama terpadu di lahan pasang surut. Makalah Seminar Review dan Program Penelitian Hama Tanaman Pangan pada PJPT II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Sukarami, 5–6 Maret 1993
- Willis, M., M. Najib dan B. Prayudi. 2003. Hama Utama Kedelai dan Alternatif Pengendaliannya di Lahan Pasang Surut. *Dalam* Willis, M dan M.A. Susanti (Ed). Hama dan Penyakit Utama Palawija di Lahan Pasang Surut. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Hal. 18–32.
- Willis, M., M. Thamrin dan S. Asikin. 2003. Evaluasi Status Hama Utama Tanaman Palawija di Lahan Rawa Pasang Surut. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.