

## RESURJENSI SERANGGA HAMA KARENA PERUBAHAN FISILOGI TANAMAN DAN SERANGGA SASARAN SETELAH APLIKASI INSEKTISIDA

### *INSECT PEST RESURGENCE DUE TO PLANTS PHYSIOLOGICAL AND TARGET INSECT CHANGES AFTER INSECTICIDES' APPLICATION*

**Yuni Ratna\***

*Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi*

**Y. Andi Trisyono, Kasumbogo Untung**

*Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

**Didik Indradewa**

*Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

*\*Penulis untuk korespondensi. E-mail: yuniratna\_jbi@yahoo.co.id*

#### **ABSTRACT**

*The use of insecticides at sub-lethal dosage may induce insect resurgence. Factors contributing the insect resurgence include mortality of natural enemies, mass migration, improvement in plant nutrition, or increase in insect reproductive capacity which works individually or in combinations. This article provides a comprehensive review from recent publications, particularly those dealing with the impact of insecticide applications on plant nutrition and insect reproduction, and function to upgrade our knowledge since most publications in Indonesia were made in the 1980s. The insecticides together with its metabolites and conjugates could function as plant growth regulators, increase absorption, improve the nutritional content, influence the biochemical and ultrastructural aspects of the plant, or protect the plant from stresses. An increase in the nutritional value of the plant would increase feeding rate, fecundity, and longevity of the insects. Furthermore, insecticides could also directly stimulate the reproductive capacity of the insect. All of these impacts might end up in increasing the population of insect after application of certain insecticides. Research findings related to the elucidation on the mechanism underlying the phenomenon of resurgence could be used in considering the registration of new insecticides or extension of the existing insecticides.*

*Key words: insecticide application, insect resurgence, sub-lethal dosage*

#### **INTISARI**

Salah satu dampak penggunaan insektisida khususnya pada dosis subletal adalah timbulnya resurgensi serangga hama. Resurgensi serangga hama dapat terjadi melalui mekanisme berkurang/matinya musuh alami, migrasi massal, peningkatan nutrisi tanaman, atau stimulasi langsung reproduksi serangga (*hormoligosis*), dimana masing-masing faktor bekerja sendiri atau kombinasi. Tulisan tentang resurgensi di Indonesia banyak dipublikasikan pada tahun 1980-an. Tulisan ini merupakan formulasi hasil penelitian terbaru tentang resurgensi, khususnya terkait dengan faktor tanaman dan serangga sasaran. Insektisida, metabolitnya ataupun konjugat yang terbentuk dalam tanaman dapat memacu pertumbuhan tanaman (*plant growth regulator*), memacu serapan hara, meningkatkan kandungan nutrisi tanaman, memengaruhi aspek ultrastruktural dan biokimia tanaman, atau sebagai pelindung stres tanaman. Insektisida juga dapat berperan langsung sebagai stimulan reproduksi serangga. Nutrisi tanaman akan mempengaruhi laju makan, keperidian, dan lama hidup (*longevity*) imago, yang pada akhirnya akan menuju pada resurgensi serangga hama. Hasil-hasil penelitian terbaru tentang mekanisme resurgensi serangga hama dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pendaftaran insektisida baru.

Kata kunci: aplikasi insektisida, dosis subletal, resurgensi serangga

#### **PENGANTAR**

Hingga saat ini penggunaan pestisida khususnya insektisida tidak dapat dilepaskan dari bidang pertanian. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya jumlah pestisida yang terdaftar dan beredar di pasaran dari tahun ke tahun. Tahun 2008 hingga kuartal I, tercatat 1702 formulasi pestisida yang terdaftar dan diizinkan penggunaannya di Indonesia (Anonim, 2008). Salah satu dampak penggunaan

pestisida yang kurang bijaksana adalah timbulnya resistensi dan resurgensi hama, sebagaimana yang dikemukakan oleh Georghiou & Taylor (1977) dan Reynolds (1971) bahwa penggunaan pestisida spektrum luas hampir selalu diikuti oleh resistensi dan resurgensi hama serta ledakan hama kedua.

Resurgensi adalah timbulnya ledakan populasi suatu hama tertentu setelah mendapat perlakuan pestisida (Untung *et al.*, 1986). Berbagai kasus

resurgensi hama masih terjadi hingga saat ini, sebagai contoh adalah *Nilaparvata lugens*, yang merupakan spesies hama yang banyak dilaporkan menunjukkan fenomena resurgensi. Letusan terbesar *N. lugens* terjadi pada tahun 1978/1979 yang merusak 750.000 ha sawah (Untung, 1995), kerusakan 100.000 ha sawah pada tahun 1997/1998, lebih dari 60.000 ha sawah pada tahun 2005 dan lebih dari 30.000 ha sawah pada tahun 2006 (Baehaki, 2007; 2008). Menurut Kenmore (1996), letusan *N. lugens* yang terjadi pada tahun 1980-an tersebut disebabkan oleh aplikasi insektisida.

Resurgensi dapat disebabkan karena terbunuhnya musuh alami, peningkatan laju reproduksi dan konsumsi makanan dari suatu hama, pengurangan lama stadium nimfa dan perpanjangan lama stadium imago (Heinrichs & Mochida, 1984; Laba, 1988; Untung, 1993; Oka, 1995). Beberapa faktor yang dapat menimbulkan resurgensi pada hama adalah jenis insektisida (Laba, 1988; Untung, 1993; Oka, 1995), dosis subletal insektisida, waktu aplikasi insektisida yang lebih awal pada tanaman, dan varietas tanaman yang rentan (Laba, 1988), frekuensi aplikasi insektisida yang lebih sering (Untung, 1993; Oka, 1995). Insektisida yang dilaporkan telah menyebabkan resurgensi adalah dari golongan piretroid sintetik, organofosfat, dan karbamat (Chelliah & Heinrichs, 1984).

Hasil-hasil penelitian tentang pengaruh dosis subletal insektisida terhadap hama sasaran secara garis besar dapat dikelompokkan atas 2 bagian, yaitu hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh positif dan pengaruh negatif terhadap hama sasaran. Efek merugikan (reduksi kemampuan reproduktif hama) dosis subletal insektisida terhadap hama meliputi reduksi laju pertumbuhan, berkurangnya cadangan karbohidrat, protein dan lipida, penurunan keperidian imago, fertilitas dan lama hidup (Boles, 1974; Zettler & LeCato, 1974; Grosch, 1975; Wongkobrat & Dahlman, 1976; Smirnov, 1983). Namun, beberapa hasil penelitian juga menunjukkan adanya efek yang menguntungkan (peningkatan survival hama) dari dosis subletal, yang berupa peningkatan berat larva, laju perkembangan dan cadangan energi pupa yang lebih besar, serta peningkatan fertilitas imago (Kuenen, 1958; Honek & Novak, 1978; Smirnov, 1983; Stewart & Philogene, 1983).

Fenomena dosis-respon (*hormesis*) yang terjadi pada populasi hama karena paparan dosis subletal menyebabkan *hormoligosis* yaitu pengaruh langsung dan tidak langsung yang menguntungkan fisiologi dan perilaku serangga hama (peningkatan

reproduksi hama) (Ripper, 1956), baik berupa *hormoligosis* fisiologi ataupun *hormoligosis* perilaku (Dutcher, 2007). Efek *hormoligosis* dapat disebabkan oleh pestisida (Luckey, 1968) atau melalui peningkatan kualitas nutrisi tanaman (Van de Vrie *et al.*, 1972). Penggunaan dosis subletal insektisida di satu sisi dapat berpengaruh langsung terhadap peningkatan reproduksi serangga, tetapi di sisi lain juga meningkatkan pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman sebagai pakan serangga hama.

Tulisan ini dimaksudkan sebagai *review article* tentang resurgensi dengan tambahan informasi hasil-hasil penelitian terbaru. Tulisan dengan topik serupa di Indonesia banyak dihasilkan pada tahun 1980-an tetapi setelah itu sangat jarang disampaikan. Di samping memperbaharui informasi, tulisan ini secara lebih detail dimaksudkan untuk merangkum hasil-hasil penelitian tentang efek insektisida pada tanaman dan serangga sasaran.

## MEKANISME RESURJENSI SERANGGA HAMA

Resurgensi serangga hama merupakan fenomena yang kompleks, pada satu kondisi mungkin hanya disebabkan oleh satu faktor dominan namun pada kondisi lain dapat disebabkan oleh kombinasi berbagai faktor. Resurgensi dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, antara lain berkurang/matinya musuh alami hama akibat penggunaan insektisida *broad spectrum* (McMurtry *et al.*, 1970; Van de Vrie *et al.*, 1972; Croft & Brown, 1975), migrasi massal (Zhang & Cheng, 2001 *cit.* Jahn *et al.*, 2001), peningkatan nutrisi tanaman setelah aplikasi insektisida (Chaboussou, 1965 *cit.* McCoy, 1977), stimulasi langsung reproduksi serangga oleh dosis subletal insektisida (*hormoligosis*) (Attiah & Boudreaux, 1964; Luckey, 1968; Dittrich *et al.*, 1974).

Hasil penelitian Jones (1990) dengan menggunakan permetrin, fosmet, azinfosmetil, dan fosalon menunjukkan bahwa ketika populasi predator dari *Tetranychus urticae* tidak ada sampai rendah, diduga resurgensi *T. urticae* disebabkan oleh peningkatan nutrisi tanaman inang, stimulasi langsung reproduksi atau kombinasi keduanya. Studi laboratorium yang dilakukan oleh Raman (1981 *cit.* Chelliah & Heinrichs, 1984) melaporkan terjadinya peningkatan laju reproduksi *N. lugens* setelah aplikasi deltametrin, metilparation, quinalfos, sipermetrin, permetrin, dan fenvalerat diduga akibat aksi residu insektisida atau metabolitnya, perubahan kimia dalam tanaman

inang yang mendapat insektisida, atau kombinasi kedua faktor tersebut. Pada paragraf berikut telaah akan lebih difokuskan efek aplikasi insektisida pada perubahan fisiologi tanaman dan serangga sasaran.

**Pengaruh Insektisida pada Tanaman**

Metabolisme pestisida dalam tanaman terdiri atas tiga fase: fase I (oksidasi, reduksi atau hidrolisis), fase II (konjugasi pestisida/metabolit dengan gula, asam amino atau *glutation*), fase III (konversi metabolit fase II menjadi konjugat sekunder nontoksik) (Shimabukuro, 1985; Hatzios, 1991). Reaksi konjugasi merupakan langkah akhir dari reaksi biotransformasi pestisida, dan reaksi ini sering berperan sebagai penguraian akhir reaksi detoksifikasi. Tanaman tingkat tinggi memiliki keragaman yang besar dalam proses biokimia dan memiliki enzim yang menuju pada pembentukan tipe konjugat. Konjugasi asam amino dan asilasi adalah konjugasi umum yang terjadi pada tanaman (Menn, 1978).

Beberapa hasil penelitian tentang pengaruh insektisida terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman menunjukkan bahwa insektisida dapat berperan sebagai *plant growth regulator*

(PGR), pemacu serapan hara, meningkatkan kandungan nutrisi tanaman (seperti karbohidrat, protein, asam amino, dsb), atau sebagai pelindung stres tanaman (Tabel 1).

**Pertumbuhan tanaman.** Studi yang dilakukan di IRRI menunjukkan bahwa insektisida tertentu seperti karbofuran mempunyai efek sebagai pemacu pertumbuhan tanaman padi (Venugopal & Litsinger, 1980). Aplikasi lapang fenitrothion memacu vigor dan pertumbuhan *Choristoneura fumiferana* (Smirnoff, 1983). Aplikasi beberapa jenis insektisida (karbofuran, isazofos, etoprop, dan asefat) pada air tanaman padi, meningkatkan tinggi tanaman secara nyata. Aplikasi metilparation dan deltametrin pada tanaman padi meningkatkan jumlah anakan, jumlah daun dan tinggi tanaman (Raman, 1981 *cit.* Chelliah & Heinrichs, 1984).

Sejumlah insektisida organofosfat atau produk degradasinya diserap dan ditranslokasikan dengan cepat oleh tanaman (Gunther & Blinn, 1956). Perubahan fisik dan fisiologi yang jelas terjadi pada tanaman terkait dengan penggunaan beberapa insektisida organofosfat. Perubahan itu misalnya peningkatan jumlah N atau P dan karbohidrat (Zeid

Tabel 1. Rangkuman hasil penelitian pengaruh insektisida terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman

No. Insektisida	Pengaruh terhadap tanaman	Peneliti
1. Deltametrin & metilparation	Stimulan pertumbuhan padi (jumlah anakan dan daun, tinggi tanaman).	Raman (1981)
2. Sipermetrin, permetrin, deltametrin, fenvalerat	Meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang dan <i>pod</i> per tanaman, berat dan volume biji, dan hasil pada <i>Cicer arietinum</i> .	Sharma <i>et al.</i> (1991)
3. Deltametrin	Menunda <i>senescence</i> tanaman kentang.	Fidalgo <i>et al.</i> (1993)
4. Sulforofos	Meningkatkan total asam amino kapas.	Kerns & Gaylor (1993)
5. Monokrotofos, diklorvos, endosulfan	Stimulan pertumbuhan dan pengambilan hara <i>Lens esculenta</i> dan <i>Linum usitatissimum</i> .	Khan & Singh (1996)
6. Siflutrin	Ketersediaan NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (hambatan nitrifikasi) dan N (peningkatan mineralisasi), proliferasi akar pada jagung.	Lodhi <i>et al.</i> (1996)
7. Dimecron	Meningkatkan total klorofil dan fenol pada <i>Vigna radiata</i> .	Siddiqui & Khan (2001)
8. Karbofuran, sipermetrin	Meningkatkan karbohidrat jagung hingga 96 jam setelah aplikasi.	Ahmed <i>et al.</i> (2003)
9. Metasistox	Mempengaruhi kandungan minyak, protein, <i>phytic acid</i> , mineral biji kapas.	Osman <i>et al.</i> (2006)
10. Imidakloprid	Stimulan pertumbuhan, hasil dan ketahanan tanaman terhadap patogen (sintesis protein) dan stres lingkungan pada barley.	Anonim (2006)
11. Karboda dan promet	Meningkatkan jumlah nodul, kemampuan nodulasi spesifik, panjang akar, dan khusus untuk karboda juga meningkatkan klorofil a+b, serta total pigmen pada <i>Medicago sativa</i> .	Vasileva & Ilieva (2007)
12. Sianofos	Meningkatkan pengambilan hara oleh akar (N tak larut daun tinggi), stimulan fotosintesis (total karbohidrat tinggi) pada <i>Raphanus sativus</i> .	El-Daly (2008)

& Cutkomp, 1951 *cit.* Maggi & Leigh, 1983). Imidaklopid pada dosis rendah (15 g bahan aktif per ha) meningkatkan pengambilan P dan K secara signifikan pada tanaman padi (Qiu *et al.*, 2004).

Efek stimulasi mungkin secara kausal terkait dengan perubahan dalam biokimia nutrisi tanaman yang disebabkan oleh insektisida. Hasil uji lapang yang dilakukan oleh Maggi & Leigh (1983), jumlah telur *T. urticae* selama 4 hari pertama pada tanaman kapas yang diperlakukan dengan metilparation lebih besar daripada jumlah telur pada tanaman yang tidak diperlakukan. Salah satu produk degradasi metilparation adalah asam fosfor yang berguna bagi pertumbuhan tanaman.

**Kandungan nutrisi tanaman.** Interaksi tanaman dengan senyawa kimia pertanian, khususnya insektisida, dapat meningkatkan kesesuaian nutrisi tanaman inang bagi hama (Leigh & Wynholds, 1980). Penelitian yang dilakukan oleh Wu *et al.* (2001) menunjukkan bahwa aplikasi bisultap meningkatkan kepekaan tanaman padi terhadap *N. lugens*.

Pestisida mungkin mempengaruhi beberapa komposisi biokimia tanaman, seperti organofosfor, dapat merubah komposisi kimia dan nilai nutrisi produk tanaman (El-Daly, 2008). Ravindhran & Xavier (1997) menyimpulkan bahwa populasi *Aphis gossypii* yang tinggi pada kapas setelah aplikasi insektisida piretroid terkait dengan peningkatan total gula dan penurunan kandungan fenol dalam daun kapas.

**Aspek ultrastruktural dan biokimia tanaman.** Fidalgo *et al.* (1993) melakukan penelitian tentang efek aplikasi deltametrin terhadap aspek ultrastruktural dan biokimia tanaman kentang di lapangan. Hasilnya menunjukkan, kandungan klorofil dan aktivitas enzim RubisCo pada daun tanaman kentang yang disemprot dengan deltametrin lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol dan signifikan pada umur 55 hari setelah tumbuh. Kandungan klorofil dan aktivitas RubisCo yang tinggi setelah aplikasi deltametrin terkait dengan penundaan proses *senescence*, meskipun belum diketahui secara pasti apakah aksi ini dilakukan oleh deltametrin atau metabolitnya. Pengamatan ultrastruktural terhadap profil kloroplas sel daun menunjukkan tingginya jumlah tilakoid pada setiap grana pada tanaman yang disemprot dengan deltametrin dibandingkan tanaman kontrol. Deposit tepung pada daun tanaman yang disemprot dengan deltametrin lebih sedikit dibandingkan tanaman kontrol, menunjukkan lebih intensifnya penggunaan tepung untuk menghasilkan energi

yang terkait dengan perpanjangan fase vegetatif tanaman.

### **Pengaruh Insektisida pada Serangga Sasaran**

Semua insektisida sintetik bisa mempengaruhi potensi reproduksi, mungkin meningkatkan atau menurunkan jumlah telur yang dihasilkan, fertilitas telur atau perkembangan keturunan yang dihasilkan (Moriarty, 2008). Laju *survival* nimfa *N. lugens* meningkat setelah diperlakukan dengan bisultap (Wu *et al.*, 2001).

Cutler *et al.* (2009) melaporkan bahwa konsentrasi subletal imidaklopid dan azadiraktin menstimulasi reproduksi *Myzus persicae*. Aplikasi karbaril dan DDT pada *T. urticae* meningkatkan jumlah telur secara nyata sampai pada generasi F1, diduga hal ini disebabkan stimulasi insektisida (*hormoligosis*) (Dittrich *et al.*, 1974).

**Konsentrasi hormon serangga.** Hormon mengatur pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi serangga. Aplikasi insektisida pada tanaman telah dilaporkan meningkatkan konsentrasi hormon tertentu. Yu *et al.* (2007a) melaporkan bahwa konsentrasi hormon juvenil III dan hormon *molting* (20-hidroksiekdison) meningkat pada larva instar empat *Chilo suppressalis* yang diberi pakan tanaman padi yang disemprot imidaklopid. Peningkatan konsentrasi hormon juvenil III juga terjadi pada imago betina *Tryporyza incertulas* hasil dari larva yang dipaparkan pada imidaklopid (Wang *et al.*, 2005).

Konsentrasi aplikasi imidaklopid berpengaruh terhadap konsentrasi hormon juvenil III. Konsentrasi hormon juvenil III pada *C. suppressalis* instar empat dengan pakan varietas padi yang telah disemprot imidaklopid lebih tinggi dibanding kontrol dan terdapat korelasi negatif antara konsentrasi hormon juvenil III dan konsentrasi imidaklopid. Terjadi penurunan konsentrasi hormon juvenil III pada imago betina secara signifikan dengan peningkatan konsentrasi imidaklopid meskipun masih lebih tinggi dibandingkan kontrol. Konsentrasi hormon juvenil III pada imago betina yang disemprot imidaklopid sebanyak dua kali lebih tinggi dibandingkan kontrol dan yang disemprot satu kali (Yu *et al.*, 2007b).

**Keperidian serangga.** Deltametrin, imidaklopid, dan triazofos meningkatkan persentase imago brakiptera dan laju reproduksi *N. lugens*. Penyemprotan insektisida terhadap nimfa yang diberi pakan padi varietas rentan (TN1) maupun moderat resisten (Xieyou 963), telah menyebabkan peningkatan kandungan gula larut pada nimfa instar tiga dan lima

serta imago, dan efek ini lebih nyata pada varietas rentan. Selain itu, kandungan lemak kasar pada imago juga lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan kontrol (Yin *et al.*, 2008). Triazofos dan fenvalerat meningkatkan keperidian *N. lugens*, sedangkan dosis subletal imidakloprid dan dinotefuran menyebabkan peningkatan proporsi imago makroptera (Bao *et al.*, 2009).

Knutson (1955 *cit.* Ball & Paulina, 1979) melaporkan bahwa *Drosophila melanogaster* yang dipapar pada dosis subletal dieldrin, menghasilkan telur 7,6% lebih banyak daripada serangga yang tidak diperlakukan dengan dieldrin, dan peningkatan produksi telur terjadi sebagai akibat peningkatan *longevity*. Karbaril, dipterex, dan toxafen menstimulasi oviposisi *Prodenia litura* (Abdelsalam & Nasr, 1968 *cit.* Ball & Paulina, 1979). Aplikasi dosis subletal karbofuran atau karbaril pada imago *Diabrotica virgifera*, memacu oviposisi melalui peningkatan *longevity* dan keperidian (Ball & Paulina, 1979).

Populasi *N. lugens* yang meningkat setelah aplikasi insektisida disebabkan oleh stimulasi reproduksi *N. lugens* (Heinrichs *et al.*, 1982). McCoy (1977) melaporkan bahwa resurgensi yang terjadi pada *Phyllocoptruta oleivora* akibat perlakuan metidation, diduga akibat stimulasi keperidian oleh residu metidation. Reduksi lama stadium nimfa yang menyebabkan siklus hidup pendek dan meningkatnya lama stadium imago yang menyebabkan periode oviposisi lebih lama merupakan faktor-faktor yang membantu resurgensi.

*A. gossypii* pada kapas yang diberi pakan buatan mengandung dosis fosfamidon subletal menghasilkan lebih banyak keturunan daripada yang hanya diberi pakan buatan. Hal ini menunjukkan stimulasi langsung reproduksi aphid akibat insektisida (Barlett, 1968). *M. persicae* yang dipapar dengan insektisida azinfosmetil pada aplikasi lapang tanaman kentang, menghasilkan 20–30% lebih banyak keturunan daripada *M. persicae* yang tidak dipapar azinfosmetil. Hasil ini juga menunjukkan bahwa azinfosmetil berperan secara langsung sebagai stimulan pada reproduksi *M. persicae* dengan mekanisme yang belum jelas, walaupun peningkatan ini bisa juga karena sebab-sebab lainnya (Lowery & Sears, 1986). Dosis subletal bifentrin pada *M. persicae* dapat meningkatkan laju reproduksi bersih. Peningkatan produksi nimfa ditemukan dalam keturunan *M. persicae* yang dipapar pada tanaman yang disemprot dengan insektisida organofosfor. Hal ini

mungkin disebabkan peningkatan nutrisi atau pengaruh pada hormon reproduksi induk betina (Coombes, 1983).

#### **Perkembangan sistem reproduksi serangga.**

Pengaruh dosis subletal metofren terhadap dua komponen kebugaran yaitu reproduksi dan *longevity* pada *D. melanogaster* menunjukkan bahwa metofren mempercepat awal perkembangan vitelogenin oosit betina, meskipun tidak terjadi stimulasi terhadap peningkatan oviposisi, dan jumlah telur yang diletakkan lebih rendah daripada kontrol, namun fertilitas telur tidak dipengaruhi oleh metofren (Bouchard & Wilson, 1987).

Nimfa instar lima *N. lugens* yang dipapar pada dosis subletal deltametrin (0,00064–0,4 ppm), menunjukkan peningkatan jumlah ovariol, oviposisi, dan *longevity* imago betina (Kanaoka *et al.*, 1996). Zaghoul & Brown (1968) telah melakukan penelitian tentang pengaruh dosis subletal DDT terhadap reproduksi dan kepekaan *Culex pipiens*, dengan menggunakan tiga strain yaitu strain peka, toleran, dan resisten. Hasilnya, imago *C. pipiens* strain peka selama lima generasi pertama menunjukkan terjadinya penurunan persentase mortalitas pada setiap generasi setelah aplikasi subletal DDT, sedangkan pada larva terjadi peningkatan jumlah folikel basal (ovariol) yang dikembangkan oleh betina. Peningkatan jumlah ovariol ini mengakibatkan peningkatan potensi biotik pada generasi F4 dan F5. Beberapa penulis menyimpulkan bahwa peningkatan perkembangan ovariol diduga karena stimulasi hormon oleh DDT.

Wang *et al.* (2005) melaporkan terjadinya peningkatan kandungan protein ovarium imago *T. incertulas* yang berkembang dari larva yang diberi pakan tanaman padi yang disemprot dengan buprofezin dosis tinggi. Peningkatan kandungan protein dan RNA dalam ovarium dan badan lemak secara signifikan juga terjadi pada imago *N. lugens* yang berkembang dari nimfa yang diberi pakan tanaman padi yang telah disemprot dengan imidakloprid, triazofos, dan deltametrin. Penemuan ini membuktikan bahwa RNA dalam ovarium dan badan lemak lebih sensitif terhadap insektisida dan perubahan kandungan RNA yang disebabkan oleh insektisida tersebut pada gilirannya akan mempengaruhi sintesis protein dalam ovarium dan badan lemak (Ge *et al.*, 2009).

#### **Interaksi Insektisida, Tanaman, dan Serangga Sasaran**

Jenis insektisida deltametrin, metilparation, diazinon, quinalfos, sipermetrin, fention, permetrin dan fenvalerat telah dilaporkan meningkatkan laju

makan *N. lugens* (Chelliah & Heinrichs, 1980; Raman, 1981 *cit.* Chelliah & Heinrichs, 1984). Nutrisi tanaman akan menentukan resurgensi hama melalui peningkatan laju makan (*feeding rate*), keperidian, dan *longevity* imago.

Sukrosa merupakan nutrisi esensial serangga pengisap tanaman (sebagai fagostimulan), dan laju pengambilan cairan untuk aphid juga dipengaruhi oleh level asam amino keseluruhan (Sakai & Sogawa, 1976). Sejumlah asam amino sebagai fago-stimulan bagi aphid (Mittler & Dadd, 1964; Mittler, 1967) dan *N. lugens* (Sogawa, 1972).

Hasil penelitian Mittler (1967), *M. persicae* yang diberi pakan larutan sukrosa 15% dan kandungan asam amino kurang dari 1%, menunjukkan laju pengisapan rendah atau tidak ada, dan bila kandungan asam amino 1–3 %, laju pengisapan tinggi. *N. lugens* yang diberi pakan larutan sukrosa 20% dan asam amino 0,5–1 %, menunjukkan laju pengisapan tinggi (Sakai & Sogawa, 1976).

Insektisida fenvalerat menyebabkan perubahan komponen biokimia daun kapas. Perubahan ini mempengaruhi preferensi oviposisi (*behavioral hormoligosis*) *Bemisia tabaci*. Hal ini terlihat dari jumlah telur yang diletakkan pada perlakuan dosis 38, 50, dan 25 g bahan aktif per ha berturut-turut adalah 39,3, 37,3, dan 36,1 telur per daun, lebih tinggi daripada perlakuan kontrol yaitu sebesar 14,1 telur per daun. Tanaman yang diperlakukan mengalami peningkatan total gula (1,8%) dibanding kontrol, peningkatan total asam amino bebas, perubahan signifikan total fenol dan nilai pH tanaman (Abdullah *et al.*, 2006).

Komponen kimia tanaman inang terutama nitrogen berperan penting terhadap kebugaran dan keperidian serangga. Komponen kimia tanaman akan mempengaruhi seleksi tanaman inang, performa, dan kebugaran *N. lugens* (Cook & Denno, 1994) dan kandungan nitrogen merupakan indikator kualitas tanaman serta faktor pembatas terpenting performa herbivora (Slansky & Scriber, 1981). Tanaman inang yang kaya akan nitrogen akan menghasilkan *N. lugens* dengan *survival* dan keperidian yang lebih baik (Cheng, 1971; Sogawa, 1971 *cit.* Lu *et al.*, 2005).

Sumber pakan dapat memengaruhi produksi telur melalui dua cara yaitu terhadap *longevity* imago dan laju produksi telur. Umur dan makanan berpengaruh terhadap oogenesis (proses pembentukan dan maturasi telur). Faktor makanan yang mempengaruhi oogenesis dapat juga mempengaruhi produksi telur berikutnya secara tidak langsung dengan mempengaruhi proses fisiologi, tergantung

pada nutrisi yang menyumbang pada vigor dan *longevity* betina serta jantan yang mengawini betina (Ladd, 1987). *Longevity* imago biasanya digunakan untuk menentukan jumlah telur yang dihasilkan betina per hari. Terdapat hubungan yang positif antara *longevity* dan keperidian aktual serangga. Ketersediaan sumber pakan (tanaman inang) bagi imago sangat terkait dengan *longevity* (Leather, 1995).

Nutrisi tanaman inang mempengaruhi ukuran (berat) yang dicapai oleh imago, dan ukuran imago merupakan indikator keperidiannya, khususnya keperidian potensial. Kualitas tanaman inang yang tinggi akan menghasilkan imago dengan keperidian yang tinggi. Ukuran imago juga menentukan fertilitas telur yang dihasilkan. Imago betina dengan ukuran besar cenderung meletakkan lebih banyak telur yang fertil daripada imago betina dengan ukuran kecil. Kualitas tanaman inang terutama ditentukan oleh kandungan nitrogen, dan nitrogen memiliki peran penting terhadap *survival* nimfa/imago, keperidian dan fertilitas telur (Leather, 1995; Lu *et al.*, 2005).

## KESIMPULAN

Dosis subletal insektisida dapat menimbulkan resurgensi serangga melalui pengaruhnya terhadap peningkatan pertumbuhan dan kandungan nutrisi tanaman (sebagai pakan serangga hama) dan terhadap perkembangan sistem reproduksi serangga hama. Kombinasi dari pengaruh tersebut terlihat pada peningkatan laju makan, keperidian, dan *longevity* imago.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N.M.M., J. Singh, & B.S. Sohal. 2006. Behavioral Hormoligosis in Oviposition Preference of *Bemisia tabaci* on Cotton. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 84: 10–16.
- Ahmed, S., S. Anjum, M. Naeem, & M.Y. Ashraf. 2003. Determination of Efficacy of Cypermethrin, Regent, and Carbofuran Against *Chilo partellus* Swin. and Biochemical Changes Following their Application in Maize Plants. *International Journal of Agriculture and Biology*: 30–35.
- Anonim. 2006. *Effects of Active Ingredient Imidacloprid on Plant Growth*. Bayer CropScience, Germany. 4 p.
- Anonim. 2008. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan*. Pusat Perizinan dan Investasi Sekretariat Jenderal Departemen Pertanian, Jakarta. 574 p.

- Attiah, H.H. & H.B. Boudreaux. 1964. Influence of DDT on Egg-Laying in Spider Mite. *Journal of Economic Entomology* 57: 50–53.
- Baehaki, S.E. 2007. Perkembangan Wereng Coklat Biotipe 4. *Sinar Tani* Edisi 1–7 Agustus No. 3212 Tahun XXXVII.
- Baehaki, S.E. 2008. *How About Synthetic Pyrethroid Insecticide on Rice* (Unpublished). CropLife Indonesia.
- Ball, H.J. & Paulina P. SU. 1979. Effect of Sublethal Dosages of Carbofuran and Carbaryl on Fecundity and Longevity of the Female Western Corn Rootworm. *Journal of Economic Entomology* 72: 873–876.
- Bao, H., S. Liu, J. Gu, X. Wang, X. Liang, & Z. Liu. 2009. Sublethal Effect of Four Insecticides on the Reproduction and Wing Formation of Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Pest Management Science* 65: 170–174.
- Barlett, B.R. 1968. Outbreaks of Two-Spotted Spider Mites and Cotton Aphids Following Pesticide Treatment. Pest Stimulation vs Natural Enemy Destruction as the Cause of Outbreaks. *Journal of Economic Entomology* 61: 297–303.
- Boles, H.P. 1974. The Effects of Sublethal Dosages of Pyrethrin on the Mating Efficiency of the Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 47: 444–451.
- Bouchard, B.L. & T.G. Wilson. 1987. Effects of Sublethal Doses of Metophrene on Reproduction and Longevity of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Economic Entomology* 80: 317–321.
- Chelliah, S. & E.A. Heinrichs. 1980. Factors Affecting Insecticide-Induced Resurgence of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*, on Rice. *Environmental Entomology* 9: 773–777.
- Chelliah, S. 1984. Factors Contributing to Brown Planthopper Resurgence, p. 107–115. In M.S. Swaminathan (ed.), *Judicious and Efficient Use of Insecticides on Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Cheng, C.H. 1971. Effect of Nitrogen Application on the Susceptibility in Rice to Brown Planthopper Attack. *Journal of Taiwan Agricultural Research*. 20: 21–30.
- Coombes, D.S. 1983. Sublethal Effect of Demeton-S-Methyl on Development and Fecundity of *M. persicae*. *Annals of Applied Biology* 102: Supplement, *Test of Agrochemicals and Cultivars* 4: 38–39.
- Croft, B.A. & A.W.A. Brown. 1975. Responses of Arthropod Natural Enemies to Insecticides. *Annual Review of Entomology* 20: 285–335.
- Cutler, G.C., K. Ramanaidu, T. Astatkie, & M.B. Isman. 2009. Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), Reproduction During Exposure to Sublethal Concentrations of Imidacloprid and Azadirachtin. *Pest Management Science* 65: 205–209.
- Dittrich, V., P. Streibert, & P.A. Bathe. 1974. An Old Case Reopened: Mite Stimulation by Insecticide Residues. *Environmental Entomology* 3: 534–540.
- Dutcher, J.D. 2007. A Review of Resurgence and Replacement Causing Pest Outbreaks in IPM, p. 27–43. In A. Ciancio & K.G. Mukerji (eds.), *General Concepts in Integrated Pest and Disease Management*. Springer Netherlands.
- El-Daly, F.A. 2008. Biochemical Influence of Cyanophos Insecticide on Radish Plant II. Effect on Some Metabolic Aspects During the Growth Period. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 4: 210–218.
- Fidalgo, F., I. Santos, & R. Salema. 1993. Effects of Deltamethrin on Field Grown Potato Plants: Biochemical and Ultrastructural Aspects. *Annals of Botany* 72: 263–267.
- Ge, L.Q., J.H. Hu, J.C. Wu, G.Q. Yang, & H. Gu. 2009. Insecticide-Induced Changes in Protein, RNA, and DNA Contents in Ovary and Fat Body of Female *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae). *Journal of Economic Entomology* 102: 1506–1514.
- Georghiou, G.P. & C. Taylor. 1977. Genetic and Biological Influences in the Evolution of Insecticide Resistance. *Journal of Economic Entomology* 70: 319–323.
- Grosch, D.S. 1975. Reproductive Performance of *Bracon hebetor* after Sublethal Doses of Carbaryl. *Journal of Economic Entomology* 68: 659–662.
- Gunther, F.A. & R.C. Blinn. 1956. Persisting Insecticide Residues in Plant Materials. *Annual Review of Entomology* 1: 167–180.
- Hatzios, K.K. 1991. Biotransformations of Herbicides in Higher Plants, p. 141–185. In R. Grover & A.J. Cessna (eds.), *Environmental Chemistry of Herbicides*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Heinrichs, E.A. & D. Mochida. 1984. From Secondary to Major Pest Status; The Case of Insecticides-Induced Rice Brown Planthopper Resurgence. *Protection Ecology* 7: 201–218.

- Heinrichs, E.A., G.B. Aquino, S. Chelliah, S.L. Valencia, & W.H. Reissig. 1982. Resurgence of *Nilaparvata lugens* (Stal) Populations as Influenced by Methods and Timing of Insecticide Application in Lowland Rice. *Environmental Entomology* 11: 78–84.
- Honek, A. & I. Novak. 1978. Effect of Sublethal Doses of Infrantion 50 on Reproduction in *Pyrrhocoris apterus* L. (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *Zeitschrift fuer Angewandte Zoologie* 83: 364–370.
- Jones, V.P. 1990. Does Pesticide-Induced Activity of Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) Really Contribute to Population Increases in Orchards? *Journal of Economic Entomology* 83: 1847–1852.
- Kanaoka, A., R. Yamaguchi, & T. Konno. 1996. Effect of Buprofezin on Oviposition of Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*, at Sub-lethal Dose. *Journal of Pesticide Science* 21: 153–157.
- Kenmore, P.E. 1996. Integrated Pest Management in Rice, p. 76–97. In G.J. Persley (ed.), *Biotechnology and Integrated Pest Management*. CAB International, Wallingford (UK).
- Kern, D.L. & M.J. Gaylor. 1993. Induction of Cotton Aphid Outbreaks by Insecticides in Cotton. *Crop Protection* 12: 387–393.
- Khan, S. & J. Singh. 1996. Effect of Some Phenolic Compounds and Pesticides on the Growth and Nutrient Concentration of Gram (*Cicer arietinum*), Lentil (*Lens esculenta*) and Linseed (*Linum usitatissimum*) Plants. *Indian Journal of Environmental Health* 38: 153–159.
- Kuenen, D.J. 1958. Influence of Sublethal Doses of DDT upon the Multiplication Rate of *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 1: 147–152.
- Laba, I.W. 1988. Masalah Resurjensi Wereng Coklat dan Penanggulangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Penelitian* 7: 93–97.
- Ladd Jr. T.L. 1987. Influence of Food, Age, and Mating on Production of Fertile Eggs by Japanese Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology* 80: 93–95.
- Leigh, T.F. & P.F. Wynholds. 1980. Insecticides Enhance Spider Mite Reproduction. *California Agriculture* 34: 14–15.
- Leather, S.R. 1995. Factors Affecting Fecundity, Fertility, Oviposition, and Larviposition in Insects, p. 143–174. In Leather, S.R. & J. Hardie (eds.), *Insect Reproduction*, New York.
- Lodhi, A., N.N. Malik, & F. Azam. 1996. Growth and Nitrogen Nutrition of Maize (*Zea mays* L.) in Soil Treated with the Nitrification-Inhibiting Insecticide Baythroid. *Biology and Fertility of Soils* 23: 161–165.
- Lowery, D.T. & M.K. Sears. 1986. Effect of Exposure to the Insecticide Azinphosmethyl on Reproduction of Green Peach Aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 79: 1534–1538.
- Lu, Z.X., K.L. Heong, X.P. Yu, & C. Hu. 2005. Effects of Nitrogen on the Tolerance of Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*, to Adverse Environmental Factors. *Insect Science* 12: 121–128.
- Luckey, T.D. 1968. Insecticide Hormoligosis. *Journal of Economic Entomology* 61: 7–12.
- Maggi, V.L. & T.F. Leigh. 1983. Fecundity Response of the Two Spotted Spider Mite to Cotton Treated with Methyl Parathion or Phosphoric Acid. *Journal of Economic Entomology* 76: 20–25.
- McCoy, C.W. 1977. Resurgence of Citrus Rust Mite Populations Following Application of Methidathion. *Journal of Economic Entomology* 70: 748–752.
- McMurtry, J.A., C.B. Huffaker, & M. Van de Vrie. 1970. Tetranychid Enemies: Their Biological Characters and the Impact of Spray Practices. *Hilgardia* 40: 331–390.
- Menn, J.J. 1978. Comparative Aspects of Pesticide Metabolism in Plants and Animals. *Environmental Health Perspectives* 27: 113–124.
- Mittler, T.E. 1967. Effect of Amino Acid and Sugar Concentrations on the Food Uptake of the Aphid *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 10: 39–51.
- Mittler, T.E. & R.H. Dadd. 1964. Gustatory Discrimination between Liquids by the Aphid *Myzus persicae* (Sulzer). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 7: 315–328.
- Moriarty, F. 2008. The Sublethal Effects of Synthetic Insecticides on Insects. *Biological Reviews* 44: 321–356.
- Oka, I.N. 1995. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 255 p.
- Osman, G.A., A.I. Mustafa, & A.O. Abdelbagi. 2006. Effect of Metasystox Application on Cotton-seeds Quality. *Pakistan Journal of Nutrition* 5: 467–470.



- Qiu, H.M., J.C. Wu, G.Q. Yang, B. Dong, & D.H. Li. 2004. Changes in the Uptake Function of the Rice Root to Nitrogen, Phosphorus and Potassium under Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae) and Pesticide Stresses, and Effect of Pesticides on Rice-Grain Filling in Field. *Crop Protection* 23: 1041–1048.
- Ravindhran, R. & A. Xavier. 1997. Effect of Pyrethroids on Resurgence of Aphids (*Aphis gossypii* G.) and Alteration of Plant Metabolism in Cotton. *Journal of Pesticide Research*. 19: 79–85.
- Reynolds, H.T. 1971. A World Review of the Problem of Insect Population Upsets and Resurgences Caused by Pesticide Chemicals, p. 108–112. In J.E. Swift (ed), *Agricultural Chemicals-Harmony or Discord for Food, People, Environment*. University of California Division of Agriculture Science, Oakland.
- Ripper, W.E. 1956. Effect of Pesticides on Balance of Arthropod Populations. *Annual Review of Entomology* 1: 403–438.
- Sakai, T. & K. Sogawa. 1976. Effects of Nutrient Compounds on Sucking Response of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Applied Entomology and Zoology* 11: 82–88.
- Sharma, S.P., M.L. Saini, & S.C. Goel. 1991. Synthetic Pyrethroids-Phytotonic Effects and Cost Benefit Ratio on Gram. *Indian Journal of Plant Protection* 19: 65–67.
- Shimabukuro, R.H. 1985. Detoxification of Herbicides, p. 215–240. In S.O. Duke (ed.), *Weed Physiology*, Volume 2. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Siddiqui, Z.S. & S. Khan. 2001. Effect of Systemic Fungicides and Insecticides on Absorption Spectra, Chlorophyll and Phenolic Contents of *Vigna radiate* (L.) Wilczek. *Pakistan Journal of Biological Science* 4: 812–814.
- Slansky, F.J. & J.M. Scriber. 1981. The Nutritional Ecology of Immature Insects. *Annual Review of Entomology* 26: 183–211.
- Smirnov, W.A. 1983. Residual Effects of *Bacillus thuringiensis* and Chemical Insecticide Treatments on Spruce Budworm (*Choristoneura fumiferana* Clemens). *Crop Protection* 2: 225–230.
- Sogawa, K. 1972. Studies on the Feeding Habits of the Brown Planthopper III. Effects of Amino Acids and Other Compounds on the Sucking Response. *Jap. Applied Entomology and Zoology* 16: 1–7 (In Japanese with English Summary).
- Stewart, J.G. & B.J.R. Philogene. 1983. Sublethal Effects of Fenitrothion on the Development of a Parental Generation of *Manduca sexta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 33: 315–319.
- Untung, K. 1993. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 273 p.
- Untung, K. 1995. Fluktuasi Populasi Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) di Kalitirto Yogyakarta Selama 10 Musim Padi. *Indonesian Journal of Plant Protection* 1: 12–18.
- Untung, K., E. Mahrub, & Rasdiman S. 1986. *Pengujian Resurgensi Wereng Coklat Setelah Perlakuan Beberapa Pestisida Organofosfat*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta. 28 p.
- Van de Vrie, M., J.A. McMurtry, & C.B. Huffaker. 1972. Ecology of Tetranychid Mite and their Natural Enemies: a Review III. Biology, Ecology, Pest Status and Host-Plant Relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41: 343–432.
- Vasileva, V. & A. Ilieva. 2007. Effect of Presowing Treatment of Seeds with Insecticides on Nodulating Ability, Nitrate Reductase Activity and Plastid Pigments Content of Lucerne (*Medicago sativa* L.). *Agronomy Research* 5: 87–92.
- Venugopal, M.S. & J.A. Litsinger. 1980. *Carbofuran-a Direct Growth Stimulant of Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines. 19 p.
- Wang, A.H., J.C. Wu, Y.S. Yu, J.L. Liu, J.F. Yue, & M.Y. Wang. 2005. Selective Insecticide-Induced Stimulation on Fecundity and Biochemical Changes in *Tryporyza incertulas* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 98: 1144–1149.
- Wongkobrat, A. & D.L. Dahlman. 1976. Larval *Manduca sexta* Hemolymph Carboxylesterase Activity during Chronic Exposure to Insecticide-Containing Diets. *Journal of Economic Entomology* 69: 237–240.
- Wu, J.C., J.X. Xu, S.Z. Yuan, J.L. Liu, Y.H. Jiang, & J.F. Xu. 2001. Pesticide-induced susceptibility of rice to Brown Planthopper *Nilaparvata lugens*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100: 119–126.
- Yin, J.L., H.W. Xu, J.C. Wu, J.H. Hu, & G.Q. Yang. 2008. Cultivar and Insecticide Applications Affect the Physiological Development of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae). *Environmental Entomology* 37: 206–212.

- Yu, Y.S., S. Xue, J.C. Wu, F. Wang, J.L. Liu, & H. Gu. 2007a. Distribution of Imidacloprid Residues in Different Parts of Rice Plants and its Effect on Larvae and Adult Females of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 100: 375–380.
- Yu, Y.S., S. Xue, J.C. Wu, F. Wang, & G.Q. Yang. 2007b. Changes in Levels of Juvenile Hormone and Molting Hormone in Larvae and Adult Females of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae) after Imidacloprid Applications to Rice. *Journal of Economic Entomology* 100: 1188–1193.
- Zaghloul, T.M.A. & A.W.A. Brown. 1968. Effects of Sublethal Dose of DDT on the Reproduction and Susceptibility of *Culex pipiens* L. *Bulletin of World Health Organization* 38: 459–467.
- Zettler, J.L. & L. LeCato. 1974. Sublethal Doses of Malathion and Dichlorphos: Effects of Fecundity of the Black Carpet Beetle. *Journal of Economic Entomology* 67: 19–21.