

JUVENILE HORMONE (JH) SEBAGAI PENDUKUNG DAN PENGONTROL KEHIDUPAN INSEKTA

Soraya Habibi

Program Studi Biologi, Universitas Terbuka

Email korespondensi: Soraya@ut.ac.id

ABSTRAK

Juvenile hormone (JH) pada insekta berperan sebagai pengatur berbagai macam dari proses perkembangan sampai fisiologis. Pada larva/nimfa insekta, juvenile hormone berperan dalam pengontrolan metamorfosis, dengan cara memblok ekspresi dari karakter dewasa seperti sayap, organ reproduksi, dan organ genital luar, sehingga menyebabkan insekta tetap dalam keadaan "larva atau nimfa". Pada insekta dewasa secara seksual, hormon ini berperan sebagai penstimulasi aspek reproduksi seperti menstimulasi produksi kuning telur dari telur insekta betina, dan kelenjar aksesoris untuk memproduksi protein yang dibutuhkan untuk cairan seminal insekta jantan. Tanpa adanya hormon ini insekta dewasa tetap akan steril. Pada insekta, tahapan pupa ke dewasa dan akhirnya menjadi dewasa akan terjadi jika juvenile hormon tidak ada. Hal inilah yang menjadi ide dasar dalam pembuatan insektisida berbasis hormon. Perlakuan pada tahapan pupa insekta dengan ekstrak juvenile hormone akan mengganggu morfogenesis selama tahapan *molting pupa* ke dewasa dan menghasilkan bentuk insekta intermediat yang tidak mampu untuk bertahan. Sedangkan perlakuan pada tahapan insekta dewasa dengan ekstrak juvenile hormone akan menyebabkan insekta dewasa menjadi fertil. Dengan demikian hormon ini dapat digunakan sebagai inovasi dalam pengontrolan populasi insekta, khususnya pemanfaatan dalam insektisida berbasis hormon.

Kata Kunci: *Juvenile hormone*, metamorfosis, molting, morfogenesis

PENDAHULUAN

Sejak lama, hormon menjadi subyek sejumlah besar penelitian, untuk kemungkinan cara yang spesifik dalam mengontrol populasi hama dengan hormon. JH tentu saja merupakan kandidat besar karena merupakan hormon yang mengontrol perkembangan insekta (Gaubard Y, 2005), terlibat dalam pengaturan proses fisiologis seperti metamorfosis dan reproduksi pada sebagian besar insekta (Bede *et al.*, 1999), meningkatkan feromon tapi secara simultan menekan fungsi imun (Rantala *et al.*, 2003).

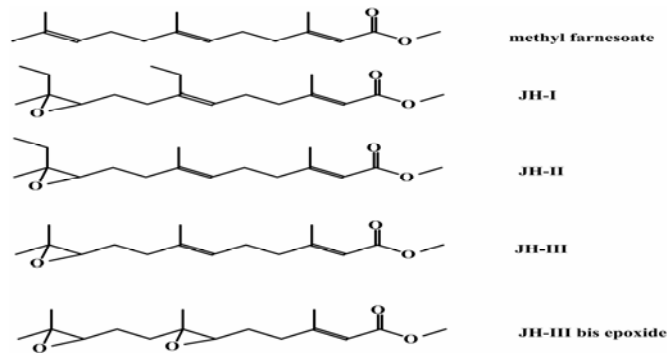
Juvenile hormone (JH) adalah sebuah hormon sesquiterpenoid dan salah satu dari hormon sebenarnya pada insekta yang disekresikan oleh korpora allata dan hormon ini ditemukan dalam konsentrasi yang relatif tinggi dalam hemolymph selama tahapan tertentu dari larva insekta, dimana hormon ini berperan dalam pengaturan pertumbuhan dan perkembangan pada insekta, mempertahankan tahapan larva atau mencegah metamorfosis (Glare & O'Callaghan, 1999; Masner *et al.*, 1968). Jadi juvenile hormone hanya ada ketika "program" genetik dari insekta membutuhkan pertumbuhan tanpa pematangan atau diferensiasi. Pada insekta dewasa, JH berperan dalam menstimulasi dan mengkoordinasikan reproduksi insekta (Wyatt, 1997). Jadi JH meningkatkan semua aspek yang berbeda yang membawa ke reproduksi. Pertama, JH

memungkinkan insekta untuk menarik pasangannya atau mendeteksi tanda-tanda seksual ini. Kedua, JH meningkatkan karakter yang berkontribusi pada perkembangan generasi baru seperti produksi vitelogenin. Tetapi pada waktu yang sama, JH juga mengontrol migrasi atau sistem imun (Gaubard Y, 2005; Min *et al.*, 2004). Beberapa substansi dengan aktifitas JH juga ditemukan mempengaruhi embrio (Masner *et al.*, 1968). Pada koloni lebah madu, JH menunjukkan keterlibatan dalam pengaturan pembagian kerja berhubungan dengan umur (Jassim *et al.*, 2000)

Juvenile hormone (JH) seperti yang disebutkan diatas memainkan suatu peran yang penting dalam kontrol endokrin dari embriogenesis, molting, metamorfosis dan reproduksi. Hal ini akan dibahas satu persatu dalam artikel ini dan senyawa yang mempunyai aktivitas juvenile hormon sebagai harapan baru dalam pengontrolan insekta.

JUVENILE HORMONE

JH adalah hormon sesquiterpenoid, yaitu sebuah terpena yang terdiri dari 3 unit isoprene (5-C), dengan penambahan methyl yang berbeda pada C-1 atau fungsi alkohol/epoksida pada struktur dasar atau mengubah fungsi ester menjadi asam (Bede *et al.*, 1999; Gaubard Y, 2005). Molekul terpenoid dan turunannya sering berfungsi dalam komunikasi di dalam dan di antara organisme (Harravejin P *et al.*, 2001 dalam Wheeler & Nijhout., 2003). Sesquiterpen, biasanya pada tanaman dan fungi terlibat dalam perlindungan melawan insekta herbivora dan tumbuhan mensintesis berbagai sesquiterpen termasuk JH-III (Wheeler & Nijhout., 2003). Secara alami terjadinya bentuk JH 0-III berbeda satu dengan yang lain dalam pola penambahan kelompok ethyl atau methyl menggantikan posisi R1-3 (Wheeler & Nijhout., 2003). Bagian terminal epoksida tidak sepenuhnya dibutuhkan, karena penggantinya dengan sebuah methyl ether pada methoprene meningkatkan aktifitas. Penggabungan dari cincin aromatik pada berbagai lokasi dalam rantai karbon juga meningkatkan aktifitas, seperti yang digambarkan oleh struktur pyriproxyfen dan phenoxycarb (Wheeler & Nijhout., 2003). Slama *et al.* (1968) menggunakan analog sintetis dari juvabione dan dehydrojuvabione dimana cincin alisiklik digantikan dengan cincin aromatik, beberapa menunjukkan peningkatan dari aktifitas juvenile hormone sementara efek spesifik mereka tetap pada insekta dari famili Pyrrhocoridae. Karena ketika diperlakukan pada hemiptera lain selain (*Neodycsdercus*) yaitu pupa coleoptera dan lepidoptera bersifat inaktif.

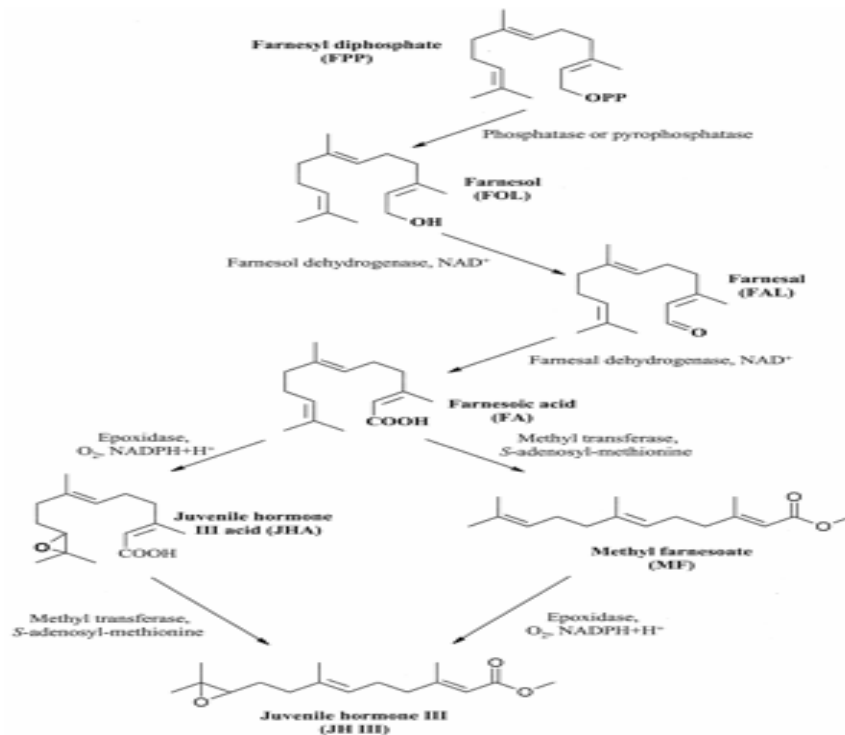


Sumber: http://dels-old.nas.edu/ilar_n/ilarjournal/45_4/html/v4504defur.shtml

Biosintesis JH III

Pada insekta, JH III disintesis dari Farnesyl diphosphate (FDP) dalam 4 tahap:

1. Phosphatase dari FDP dikatalisis oleh Phosphatase atau pyrophosphatase menghasilkan farnesol.
2. farnesol dioksidasi menjadi asam karboksil melalui intermediet aldehid (farnesal)
3. diikuti dengan sintesis asam farnesoik
4. dua tahap metilasi dan epoksidasi dibutuhkan untuk menghasilkan JH III



Sumber: Bede *et al*, 1999

Setelah pelepasan dari korpora alata, JH berikatan dengan protein spesifik pada hemolimph disebut protein pengikat JH (JHBP). Fungsi JHBP diduga sebagai transportasi JH di dalam hemolimph, untuk melindungi JH dari degradasi oleh enzim hemolimph, dan untuk memfasilitasi pengenalan JH dan pengambilan oleh sel target

(Minakuchi & Riddiford. 2006). Kemampuan korpora alata untuk mensintesis JH dikontrol oleh signal stimulasi dan inhibisi yang mencapai kelenjar melalui hemolimph atau melalui saraf penghubung, yaitu allatotropin (sebagai penstimulasi) dan allatotastin (sebagai penghambat) (Gaubard, Y. 2005; Bowder., 2001; Unni *et al*, 2008).

MOLTING DAN METAMORFOSIS

Pada insekta pertumbuhan dan perkembangan diselingi dengan periode molting yang diatur oleh molting hormon (20-hydroxyecdysone) dan JH. Molting adalah suatu proses penggantian eksoskeleton dalam rangka pertumbuhan. Semua perubahan yang melibatkan pertumbuhan, molting dan pematangan dikenal sebagai morfogenesis (Meyer, 2007). Selama proses moulting keberadaan JH mencegah diferensiasi seluler dan pematangan. Tanpa adanya JH morfogenesis dan pematangan dilanjutkan ke tahap dewasa. Karena itu aplikasi JH pada tahap perkembangan menyebabkan dihasilkannya bentuk intermediet yang tidak dapat berkembang lebih jauh dan mati. Karena itu gagasan klasik dari insektisida JH berdasarkan hanya pada pemberian hormon pada insekta diwaktu ketika secara normal harusnya hormon ini tidak ada (Bower,1971). Untuk metamorfosis dari larva ke dewasa atau pupa ke dewasa, periode sensitive biasanya sekitar seperempat dari masa instar. Metamorfosis larva ke pupa lebih kompleks instar larva sebelumnya mempunyai masa sensitif yang berbeda untuk bagian tubuh yang berbeda dan organ yang berbeda, dan akibatnya hanya pemberian JH dalam jangka waktu yang lama dapat menghasilkan efek penuh, seperti terbentuknya larva yang sangat besar (Staal, 1971).

Fase awal dari perkembangan dewasa berlangsung hanya jika juvenile hormone tidak ada. Jika juvenile hormone diberikan/disuplai dengan mengimplankan korpora alata, maka yang terjadi adalah pemblokkan diferensiasi dewasa dan mendukung pembentukan dari instar pupa kedua. Pupa ulat sutera *cecropia* yang menerima 4 implan korpora alata umumnya menunjukkan penghambatan diferensiasi dewasa, ditandai dengan pembentukan kutikula pupa baru meliputi area yang luas dari kepala, torak dan abdomen. Malahan, beberapa dari binatang ini menggambarkan tahapn pupa kedua yang hanya menyisakan karakteristik dewasa yang telah berdeferensiasi. Tetapi pada pupa yang hanya menerima 1 implan korpora alata tetap berkembang dewasa dengan sedikit abnormalitas (William CM., 1961).

Peran JH pada insekta premetamorphik adalah memodulasi sel merespon pada molting hormone, 20-OH-Ecdysone (20E). Paparan dengan JH sendirian rupanya mempunyai sedikit atau tidak berefek pada sel-sel dari larva insekta tetapi ketika JH

hadir bersama molting hormon, gen-gen karakteristik dari tahap larva diekspresikan kembali sementara gen-gen karakteristik dari metamorfosis dan dewasa dipertahankan dalam represi. Tetapi ketika instar larva akhir, korpora alata berhenti menghasilkan JH dan JH menghilang dari hemolimph, maka aktifitas puncak dari 20E menginduksi ekspresi gen untuk mengekspresikan pupa dan dewasa (William CM.,1961; Wyatt, 1997).

REPRODUKSI

Vitelogenesis adalah produksi kuning telur dari sebuah telur (Gaubard Y,2005). Prosesnya meliputi produksi dan penyimpanan dari kuning telur dalam oosit, biasanya diawali setelah pembelahan meiosis pertama. Protein kuning telur utama pada insekta adalah vitellin, berasal dari pembentukan vitelogenin pada betina dewasa. Hal ini pertama kali dilaporkan oleh V.B. Wigglesworth pada *Rhodnius prolixus*. Menurut Belles *et al* (2002) & Wyatt (1997) vitelogenesis pada kelompok dictyoptera diatur utamanya oleh juvenile hormone. JH menginduksi sintesis vitelogenin (prekursor protein kuning telur). JH berikatan dengan membran sel dan dalam beberapa menit, tanpa membutuhkan transkripsi gen atau sintesis protein, Na^+/K^+ -ATPase diaktivasi dan air ditransportasi keluar dari sel. Menyebabkan sel kisut, hal ini membuat vitelogenin dan protein lain dapat lewat dari hemolymph ke dalam oosit (Wyatt,1997).

Menurut Rantala *et al* (2003), JH meningkatkan produksi feromone dari tawon jantan berdasarkan penelitiannya bahwa tawon betina menghabiskan waktu lebih banyak pada cawan yang berisi feromone jantan penerima JH daripada jantan yang hanya menerima larutan kontrol

EMBRIOGENESIS

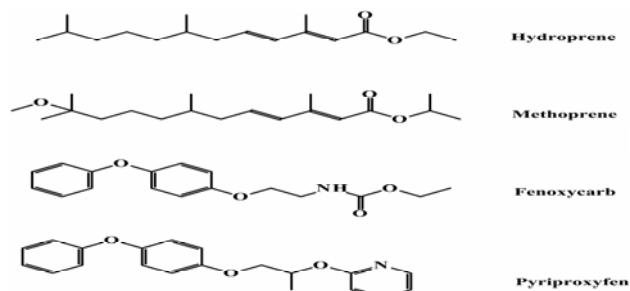
Telur yang diperlakukan dengan senyawa yang mempunyai aktivitas JH menunjukkan perkembangan embrio abnormal, yang mungkin sukses melewati tahap awal dari embryogenesis tapi tidak mampu untuk berdeferensiasi secara normal. Biasanya embrio tidak dapat berkembang melewati tahap blastokinesis dan mati di dalam cangkang telur. Efek ini juga tampak ketika senyawa yang mempunyai aktivitas JH diaplikasikan atau diinjeksikan ke betina, yang akhirnya menghasilkan telur steril (Masner *et al.*, 1968). Methyl farnesoat menyebabkan penghambatan perkembangan embrio ketika diaplikasikan secara eksternal pada betina dari *Pyrrhocoris*. Pada Diptera, nyamuk *Aedes*, perlakuan dengan JH tinggi pada telur menghasilkan telur yang tidak dapat bertahan (Staal,1971)

APLIKASI JUVENILE HORMONE

Aplikasi dari juvenile hormone (JH) untuk kontrol insekta berdasarkan kenyataan bahwa selama siklus perkembangan ada periode waktu yang sangat tepat dimana JH alami ada atau tidak ada dalam cairan tubuh. Jadi pengaplikasian JH atau senyawa yang mempunyai aktivitas JH pada insekta dilakukan ketika masa dimana JH secara alami harusnya tidak ada atau ada dalam konsentrasi yang rendah. Dengan cara ini diharapkan dapat dihasilkan bentuk intermediet (larva-dewasa, larva-pupa, pupa-dewasa) atau abnormalitas pada embryogenesis (Staal, 1971).

Fungsi dari juvenile hormone mendorong pencarian dan pengembangan juvenoid sintetik. Schmialek (1961) telah mengeskrak senyawa kimia yang mempunyai aktivitas JH dari feses *Tenebrio*, yaitu farnesol. Dan selanjutnya dia juga telah menemukan methyl ether (II) dan diethyl amine (III) dari farnesol yang mempunyai aktivitas biologi yang lebih besar daripada alkohol induk. Slama dan William (1965,1966) juga telah menemukan pada kayu dari pohon cemara tertentu *Abies balsamea* senyawa yang mempunyai aktivitas yang tinggi dari juvenile hormone, selanjutnya menurut Bower *et al* (1966) senyawa ini diidentifikasi sebagai juvabione. Senyawa ini merupakan senyawa terpenoid yang berefek pada insekta dari famili *Pyrrhocoridae*. Dari rumput teki *Cyperus iria* L dan *Cyperus aromaticus* juga telah diisolasi juvenile hormone III (JH III) Bede *et al* (1999).

Insect Growth Regulator/pengatur pertumbuhan insekta (IGRs) adalah senyawa kimia yang mempunyai aktivitas analog/mirip dengan juvenile hormone. Ada sejumlah IGRs yang umumnya digunakan sebagai insektisida, termasuk fenoxycarb, hydropene, methoprene dan pyriproxyfen (Lim & Lee.,2005; Minakuchi & Riddiford.,2006). Tetapi seperti juvenile hormone perannya secara tepat tidak begitu dimengerti.



Sumber: http://dels-old.nas.edu/ilar_n/ilarjournal/45_4/html/v4504defur.shtml

Sebagai agen kontrol hama, JH analog mengganggu metamorfosis dan reproduksi tetapi tidak mencegah larva makan dan kegunaan mereka biasanya

terbatas pada spesies yang merugikan pada tahap dewasa atau yang cukup dikontrol dengan perlambatan reproduksi mereka (Wyatt, 1997).

Methoprene merupakan analog dari JH yang telah digunakan secara luas untuk melawan nyamuk, semut, kutu. Tetapi tidak berefek toksik secara langsung pada insekta melainkan merusak perkembangan dengan menyebabkan kematian atau kegagalan reproduksi pada waktu tertentu dari siklus hidupnya, tetapi biasanya bukan pada tahap perlakuan. Jadi larva yang diperlakukan jarang mati sebagai larva melainkan mati sebagai dewasa atau selama proses pupa (Glaire & O'callaghan, 1999).

Aplikasi fenoxycrab pada instar kelima *O nubilalis* menghasilkan larva permanen atau intermediet larva-pupa yang biasanya menyebabkan kematian (Brunner J F, 1998; Dhadialla *et al.*, 1998). Selain itu juga menghambat perkembangan normal dari embrio ngengat (Brunner J F, 1998). Pada *Blatella germanica* tidak hanya menginduksi cacat morfologi tetapi juga menginduksi kemandulan dari jantan dewasa (Dhadialla *et al.*, 1998).

Aplikasi pyriproxyfen pada koloni semut menghasilkan fisik abnormal, baik jantan dan betina berkembang sayap bulat, penurunan melanisasi, dan mati segera setelah menetas (Lim, S.P & Lee, C.Y., 2005)

KESIMPULAN

JH pada insekta berperan hampir di seluruh tahapan hidupnya, larva (metamorfosis), dewasa (reproduksi, embriogenesis). Tetapi keberadaannya ada pada tahapan tertentu pada larva yaitu pada masa akhir dari tahap larva. Jadi pengaplikasian JH atau senyawa yang mempunyai aktivitas JH pada insekta dilakukan ketika masa dimana JH secara alami harusnya tidak ada atau ada dalam konsentrasi yang rendah. Dengan cara ini diharapkan dapat dihasilkan bentuk intermediet (larva-dewasa, larva-pupa, pupa-dewasa) atau abnormalitas pada embriogenesis. Hormon ini juga tidak mempengaruhi binatang yang lebih besar. Aktifitas biologi yang tinggi dengan rendahnya toksisitas menjanjikan penggunaannya sebagai kontrol insekta.

DAFTAR PUSTAKA

- Bede, J. C., Goodman, Walter, G. G and Stephen S. Tobe. (1999). Insect Juvenile Hormone III in the Sedge, *Cyperus iria* L.: Distribution and Possible Biological Significance. IUPAC
- Belles, X., piulachs, M.D., Maestro, J.L., & Martin, D., 2002. Insect vitellogenesis in juvenile hormone-dependent species. Medimond inc.
- Bowers, W. S. (1971). Insect Hormones and Their Derivatives as Insecticides. Bull. Org. mond. Sante; Bull. Wld Hlth Org, 44, 381-389
- Browder, M.H., Amico, L.J., & Nijhout, H.F., 2001. the role of low levels of juvenile hormones esterase in metamorphosis of *Manduca sexta*. Journal of insect science, 1:11
- Brunner, J.F., 1998. pest management-novel chemicals and biological control. The 41st annual IDFTA conference, pasco, Washington

- Dhadialla, T.S., Carlson, G.R., & Le, P.T., 1998. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. *Annu. Rev. Entomol*, 43, 545-69
- Gaubard, Y. 2005. juvenile hormone binding proteins, importance on the JH action. Department of ecology chemical ecology. Lund university
- Glare, T.R., & O'Callaghan, M., 1999. Environmental and health impact the juvenile hormone analogue, S-methoprene. *Biocontrol and biodiversity*, Grasslands Division, AgResearch. Lincoln
- Jassim, O., Huang, Z.Y., Robinson, G.E., 2000 Juvenile hormone profiles of worker honey bees, *Apis mellifera*, during normal and accelerated behavioural development. *Journal of insect physiology*, 46, 243-249
- Lim, S.P., & Lee, C.Y., 2005. effects of juvenile hormone analogs on new reproductive and colony growth of pharaoh ant (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological Society of America*, Malaysia.
- Masner, P., Slama, K., & Landa, V., Natural and synthetic materials with insect hormone activity. *J. embryol.exp. morph.*, vol 20, 25-31
- Meyer, J. R. 2007. *Insect Development*. Department of Entomology: NC State University
- Meyer, J. R. (2005). *Hormonal Control of Molting & Metamorphosis*. Departement of Entomology: NC State University
- Minakuchi, C., & Riddiford, L.M., 2006. insect juvenile hormone action as a potential target of pest management. *J.Pestic. Sci*, 31(2), 77-84
- De Fur, P.L., use and role of invertebrata models in endocrine disruptor research and testing. Diambil tanggal 10 juli 2011, dari http://dels-old.nas.edu/ilar_n/ilarjournal/45_4/html/v4504defur.shtml
- Rantala, M.J., Vainikka, A., & Kortet, R., 2003. the role of juvenile hormone in immune function and pheromone production trade-offs: a test of the immunocompetence handicap principle. *Pro.R.Soc.Lond.B*, 270, 2257-2261
- Slama, K., M. Suchy and F. Sorm., 1968. natural and synthetic with insect hormone activity. 3. juvenile hormone activity of derivatives of p-(1,5-di ethyl-hexyl) benzoic Acid. *Biological buletin*, vol 134 no.1
- Unni, B. G., Bhattacharjee, M., Goswami, A.M., Das Chutia, S.B.W., Das, S., Rajkhowan, G., Kakoty, Y., 2008. role of insect neuropeptides and juvenile hormone in silk protein biosynthesis. *Annals of Neurosciences*, vol 15, issue 4
- Wheeler D.E & Nijhout, H.F., 2003. A pespective for understanding the modes of juvenile hormone action as a lipid signaling system. *BioEssays* 25:994-1001
- Williams, C.M. *The Juvenile Hormone. II. Its Role In the Endocrine Control Of Molting, Pupation, And Adult Development In The Cecropia Silkworm.*
- Wyatt, G.R., 1997. juvenile hormone ini insect reproduction-a paradox?. *Eur.J.Entomol*, 94, 323-333

KEMBALI KE DAFTAR ISI