

# Strategi Pengendalian Hama Kedelai dalam Era Perubahan Iklim Global

Marwoto dan S.W. Indiaty<sup>1</sup>

## Ringkasan

Salah satu masalah dalam proses produksi kedelai di Indonesia adalah gangguan hama. Serangan hama pada tanaman kedelai dapat menurunkan hasil sampai 80%. Tanaman kedelai merupakan inang berbagai invertebrata, terbukti dari banyaknya hama yang menyerang, terdiri atas hama dalam tanah, lalat bibit, ulat daun, hama penggerek batang, dan hama polong kedelai. Pemanasan global mengubah karakteristik iklim global, regional dan lokal, dan berdampak terhadap berbagai aspek kehidupan dan ekobiologi sektor pertanian. Salah satu dampak perubahan iklim global adalah meningkatnya populasi hama. Tanaman kedelai mempunyai kompleksitas hama. Dengan meningkatnya suhu di bumi diperkirakan akan berakibat pada dinamika populasi hama. Hama kedelai yang populasinya diperkirakan meningkat akibat kenaikan suhu udara antara lain adalah a) lalat bibit kacang (*Ophiomyia phaseoli*), b) kutu daun (*Bemisia tabaci*), *Aphis* spp dan *Empoasca* spp., c) ulat daun (*Spodoptera litura*), d) perusak polong (*Etiella* spp dan *Riptortus linearis*). Meningkatnya populasi hama pada tanaman berarti akan mengancam produksi kedelai. Upaya untuk mengatasi meningkatnya populasi hama akibat dampak pemanasan global antara lain optimalisasi berlangsungnya pengendalian alami dan pengendalian fisik dan mekanik dengan menerapkan teknik bercocok tanam. Prinsip mengatasi masalah hama kedelai dengan pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) tetap relevan.

Kedelai memiliki posisi strategis sebagai sumber protein nabati dan pangan fungsional (*functional food*) yang selama ini terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Produk olahan kedelai seperti tempe, tahu, susu kedelai, kecap, keripik dan sebagainya diperlukan setiap hari sepanjang tahun. Untuk mencukupi kebutuhan industri olahan tersebut, Indonesia membutuhkan kedelai sekitar 2,2 juta ton per tahun. Sementara, produksi kedelai dalam negeri dewasa ini hanya mampu memenuhi 30-40% kebutuhan nasional.

Salah satu kendala dalam peningkatan produksi kedelai adalah gangguan hama. Serangan hama pada tanaman kedelai dapat menurunkan hasil sampai 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian (Marwoto 2007). Tanaman kedelai disukai oleh hama dan penyakit, terbukti dengan banyaknya

---

<sup>1</sup> Peneliti Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

hama yang menyerang, yakni hama dalam tanah, lalat bibit, ulat daun, hama penggerek batang, dan hama polong kedelai.

Pemanasan global telah mengubah kondisi iklim global, regional, dan lokal. Perubahan iklim global disebabkan antara lain peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) akibat berbagai aktivitas yang mendorong peningkatan suhu bumi. Mengingat iklim adalah unsur utama dalam sistem metabolisme, fisiologi, dan ekosistem tanaman, maka perubahan iklim global akan berdampak buruk terhadap keberlanjutan pertanian (Badan Litbang Pertanian 2007). Salah satu dampak perubahan iklim global adalah meningkatnya populasi hama. Tanaman kedelai di negara tropis termasuk Indonesia mempunyai kompleksitas hama yang beragam. Dengan meningkatnya suhu bumi akan meningkat pula populasi hama kedelai. Hama kedelai yang populasinya meningkat akibat kenaikan suhu udara antara lain a) lalat bibit kacang *Ophiomyia phaseoli*, b) kutu daun *Bemisia tabaci*, *Aphis* spp dan *Empoasca* spp., c) ulat daun *Spodoptera litura*, dan d) perusak polong *Etiella* spp dan *Riptortus linearis*. Meningkatnya populasi hama pada pertanaman kedelai berarti juga akan mengancam upaya peningkatan produksi kedelai.

Untuk mengatasi meningkatnya populasi hama akibat pemanasan global diperlukan pemikiran dan terobosan antisipasi, bukan hanya pada sumber penyebab terjadinya perubahan iklim, tetapi juga penanggulangan dan tindakan yang harus disiapkan jika perubahan iklim terjadi. Tujuannya adalah menyadarkan semua pihak untuk proaktif dalam mengatasi/memperkecil dampak peningkatan populasi hama akibat perubahan iklim global.

## Kompleksitas Hama Kedelai

Tanaman kedelai sejak tumbuh ke permukaan tanah sampai panen, bagian vegetatif dan generatif tidak luput dari serangan hama. Hama yang menyerang tanaman kedelai diidentifikasi sebanyak 111 jenis (Okada *et al.* 1988). Namun Tengkanan dan Soehardjan, (1985) menyatakan bahwa tidak semua jenis hama tersebut menimbulkan kerugian. Jenis hama penting dan sering menimbulkan kerugian pada tanaman kedelai disajikan pada Tabel 1. Pada dasarnya hama yang menyerang tanaman kedelai adalah a) hama yang menyerang fase tanaman yang baru muncul (lalat bibit kacang, ulat tanah *Agrotis*), b) kompleksitas hama yang makan daun, yaitu ulat daun (*Spodoptera litura*, *Chrysodexis chalcites*, *Lamprosema indicata*, *Helicoverpa* spp), kumbang daun (*Phaedonia inclusa*), pengisap daun (*Aphis glycines*, *Bemisia tabaci*), c) hama perusak polong yang terdiri dari penggerek polong (*Helicoverpa* sp., *Etiella* spp.) dan pengisap polong (*Riptortus linearis*, *Nezara viridula* dan *Piezodorus hubneri*). Dampak dari pemanasan global terhadap populasi hama kedelai dapat berupa meningkatnya populasi hama, pergeseran komposisi spesies dalam ekosistem, dan status hama utama.

Tabel 1. Hama hama penting dan pola infestasi hama selama pertumbuhan tanaman kedelai.

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

+ = kurang membahayakan kehadirannya saat itu;  
 ++ = membahayakan kehadirannya saat itu;  
 +++ = sangat membahayakan kehadirannya saat itu.  
 Sumber: Marwoto (2007)

## Dampak Pemanasan Global terhadap Populasi Hama

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

Dampak pemanasan global terhadap produksi tanaman antara lain adalah terjadinya kekeringan, penurunan/peningkatan curah hujan, dan peningkatan

suhu udara. Penurunan curah hujan yang disebabkan oleh variabilitas iklim maupun perubahan musiman disertai oleh peningkatan temperatur telah menimbulkan dampak yang nyata terhadap ekosistem pertanian (kekeringan/ketersediaan air terbatas, menurun/meningkatnya curah hujan, gangguan hama dan penyakit tanaman).

Tanda-tanda di lapangan menunjukkan kaitan kuat antara perkembangan hama dan penyakit dengan perubahan iklim. Temperatur merupakan faktor utama yang berperan dalam perubahan iklim global dan secara langsung berpengaruh terhadap pola hidup serangga hama (Bale *et al.* 2002). Beberapa pakar telah meramalkan bahwa pengaruh pemanasan global akan meningkatkan intensitas serangan hama pada tanaman (Cannon 1998; Coley 1998; Wilf and Labandeira 1999; Bale *et al.* 2002).

Dalam tiga tahun terakhir terjadi beberapa perubahan di Indonesia, yang terkait dengan peningkatan dan penurunan serangan hama maupun penyakit. Thrips merupakan hama yang akhir-akhir ini makin merusak tanaman kedelai. Pada musim kemarau 2006, hama Thrips *Bemisia tabaci* menimbulkan kerugian besar pada usahatani kedelai di Lamongan, Gresik, dan Bojonegoro. Saat itu populasi hama sangat tinggi dan tingkat kerusakan yang ditimbulkannya berat. Di lapangan tidak ada satu pestisida sintetispun yang efektif mengendalikannya. Populasi Thrips bisa meledak bila kemarau makin kering dan suhu makin panas (Wiyono 2009).

Pengaruh kenaikan suhu terhadap perkembangan serangga hama dalam kondisi suhu optimum adalah kecepatan proses metabolisme serangga hama berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungan. Hal ini berarti apabila suhu naik, proses metabolisme serangga bertambah cepat. Proses metabolisme di dalam tubuh serangga hama merupakan fenomena fisiko kimia yang kompleks. Proses ini menentukan kecepatan tumbuh dan perkembangan suatu organisme. Apabila metabolisme berlangsung cepat, maka perkembangan serangga hama pun makin meningkat. Waktu yang dibutuhkan serangga hama untuk berkembang berbanding terbalik dengan suhu. Suhu meningkat, proses metabolisme makin cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perkembangan serangga akan semakin pendek. Bellotti (1990) melaporkan bahwa perkembangan tungau merah pada tanaman kedelai mulai dari telur sampai imago dipengaruhi oleh suhu udara. Waktu perkembangan tungau *T. urticae* di laboratorium pada suhu 15°C, 20°C, 25°C, dan 30°C masing-masing 30, 16, 8, dan 7 hari (Stafford 2008).

Pengaruh suhu pada aktivitas terbang serangga hama sangat nyata, efek yang dihasilkan sangat besar, walaupun perbedaan itu hanya beberapa derajat. Dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan serangga hama, adanya kenaikan suhu akan memicu aktivitas terbang serangga tersebut. Suhu juga berpengaruh terhadap pembiakan serangga hama, dalam kondisi-kondisi tertentu umur kedewasaan kelamin memendek dengan naiknya suhu. Pada alam terbuka, persyaratan suhu yang dibutuhkan oleh serangga untuk

mengadakan aktivitas seksual kebanyakan berhubungan dengan cahaya, lengas, dan faktor iklim yang lain, terutama cahaya yang memegang peranan penting. Hujan berpengaruh terhadap perkembangan dan aktivitas serangga hama. Efek mekanis hujan merupakan pengaruh yang langsung. Hujan lebat akan menghanyutkan sebagian besar dari populasi jenis serangga kecil dan lemah seperti kutu-kutu daun (tungau, aphid, dan kutu kebul). Populasi hama kutu kebul *Bemisia tabaci* pada tanaman kedelai rendah pada musim hujan dan meningkat pada musim kemarau (Marwoto *et al.* 2008). Populasi hama kutu daun akan meningkat pada musim kering dengan suhu yang tinggi dan lengas udara yang rendah.

Suatu ekosistem memiliki mekanisme alami yang bekerja secara efektif dan efisien dalam menjaga kelestarian dan keseimbangan ekologi yang dapat menekan populasi suatu hama. Mekanisme alami tersebut adalah faktor biofisik (iklim) dan biologis (predatisme, parasitisme, patogenitas, persaingan intra/interspesies, suksesi, produktivitas, dan stabilitas) (Untung 2006). Jaringan makanan merupakan unsur ekosistem yang cukup penting dalam pengelolaan hama. Kedudukan usahatani kedelai dalam pola tanam lahan sawah merupakan tanaman kedua atau ketiga setelah padi. Pola tanam yang biasa dipraktekkan petani adalah padi–padi–kedelai, padi–kedelai–kedelai atau padi–kedelai untuk daerah tadah hujan atau pengairan terbatas. Faktor pemicu hama kedelai yang sering menjadi masalah dalam kaitannya dengan pemanasan global adalah: a) pertanaman kedelai musim ketiga (MK II) yang biasanya lahan kekurangan air dan suhu meningkat, oleh karena itu, serangan hama umumnya lebih besar. b) sistem tanam tidak serentak dalam satu areal yang luas sehingga tanaman yang terlambat tanam akan menderita kekurangan air, suhu tinggi, dan populasi hama penyakit meningkat, dan c) cuaca yang panas mendorong peningkatan populasi hama (Marwoto 2007).

Proses perubahan iklim merupakan proses alami yang merupakan kecenderungan yang terus-menerus dan jangka panjang. Oleh sebab itu, strategi antisipasi dan menyiapkan teknologi adaptasi merupakan aspek kunci yang harus dipersiapkan menjadi “Rencana Strategis Departemen Pertanian” dalam menyikapi perubahan iklim (Irianto 2009). Penerapan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) perlu dipertimbangkan secara matang, agar kondisi lingkungan dan cara tanam dapat diatur sedemikian rupa sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan hama.

## **Teknologi Pengendalian Hama**

Komponen-komponen pengendalian hama kedelai yang dapat dipadukan dalam penerapan PHT pada tanaman kedelai dalam rangka antisipasi pemanasan global adalah:

## Pengendalian alami

Pengendalian ini merupakan proses pengendalian yang berjalan sendiri tanpa kesengajaan yang dilakukan manusia. Pengendalian alami terjadi tidak hanya karena bekerjanya musuh alami, tetapi juga karena komponen ekosistem lainnya seperti makanan dan cuaca. Pemanfaatan pengendalian alami dengan mengurangi tindakan-tindakan yang dapat merugikan atau mematikan musuh alami dapat dilakukan seperti tumpangsari untuk merakit ekosistem yang keragamannya tinggi, tanaman perangkap yang disukai untuk berlingkungan musuh alami (tanaman kacang hijau di hamparan kedelai merupakan terminal untuk berteduh musuh alami). Tumpangsari kedelai dengan jagung, *Sesbania rostrata*, dan kacang hijau dapat mengurangi intensitas kerusakan polong kedelai (Marwoto *et al.* 1999). Hindari aplikasi insektisida berspektrum luas, sehingga tidak mematikan musuh alami di ekosistem kedelai. Menurut Huffaker *et al.* (1971), pengendalian alami disebut juga sebagai keseimbangan alami (*balance of nature*), yaitu penjagaan populasi suatu organisme dalam kisaran tertentu sebagai hasil tindakan pengelolaan lingkungan keseluruhan, baik lingkungan biotik maupun abiotik. Sampai tingkatan tertentu, pengendalian alami berpengaruh terhadap semua jenis organisme. Pengertian ini menekankan bahwa populasi hama dalam kurun waktu tertentu dan pada kombinasi komponen ekosistem tertentu berada pada keadaan keseimbangan yang dinamis.

## Pengendalian fisik dan mekanik

Tindakan yang dilakukan dengan tujuan secara langsung dan tidak langsung: 1) mematikan hama untuk mengurangi populasi hama, 2) mengganggu aktivitas fisiologis hama yang normal, dan 3) mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama. Perbedaan pengendalian fisik dan mekanik dengan pengendalian secara budi daya adalah pada pengendalian fisik dan mekanis, tindakan mengubah lingkungan memang ditujukan untuk mematikan atau menghambat kehidupan hama dan bukan merupakan praktek budi daya yang umum.

Pengurangan populasi hama dengan cara fisik mekanis dapat dilakukan dengan mengambil kelompok telur dan membunuh larva hama atau imagonya atau mengambil tanaman yang sakit. Pengendalian secara fisik dan mekanis harus dilandasi oleh pengetahuan yang menyeluruh tentang ekologi serangga hama dan adanya kenyataan bahwa setiap jenis serangga memiliki batas toleransi terhadap faktor lingkungan fisik seperti suhu, kelembaban, bunyi, sinar, spektrum elektromagnetik dll. Dengan mengetahui ekologi serangga hama sasaran dapat diketahui kapan, di mana, dan bagaimana tindakan fisik dan mekanis dilakukan agar diperoleh hasil seefektif dan seefisien mungkin. Penanaman kedelai pada musim kemarau, yang ekosistemnya lebih panas daripada musim hujan dapat diramalkan bahwa populasi hama, khususnya

kutu kebul, akan meningkat. Oleh karena itu, pada penanaman kedelai pada musim kemarau perlu tindakan mekanis dengan memasang trap kuning, atau dengan penjarangan/*sweeping* untuk mengurangi populasi kutu kebul.

### **Pengendalian secara budi daya**

Pengendalian preventif dilakukan sebelum serangan hama terjadi dengan sasaran agar populasi tidak meningkat sampai melebihi ambang kendali. Agar hasilnya memuaskan, penerapan teknik ini perlu direncanakan sebelumnya. Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian dengan cara kultur teknis perlu dipadukan dengan teknik pengendalian lainnya sesuai dengan prinsip PHT. Karena cara pengendalian ini merupakan bagian dari teknik budi daya tanaman maka petani tidak perlu mengeluarkan biaya khusus untuk pengendalian hama. Dengan demikian, teknik pengendalian ini merupakan teknik pengendalian yang murah, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan, dan mudah dikerjakan petani per seorangan maupun kelompok. Untuk mengembangkan teknik pengendalian ini diperlukan pengetahuan sifat-sifat ekosistem setempat, khususnya tentang ekologi dan perilaku hama, seperti bagaimana hama memperoleh berbagai persyaratan bagi kehidupannya, termasuk makanan, perkawinan, dan tempat persembunyian untuk menghindari dari cuaca buruk dan musuh alami (Untung 2006). Pengetahuan tentang biologi dan ekologi hama, dapat membantu memahami titik lemah hama sehingga dapat diketahui fase hidup hama yang paling tepat untuk dilakukan pengendalian. Menurut Pedigo (1996), teknik pengendalian hama melalui cara budi daya dapat dikelompokkan menjadi empat sesuai dengan sasaran yang akan dicapai yaitu: 1) mengurangi kesesuaian ekosistem, 2) mengganggu kontinuitas penyediaan keperluan hidup hama, 3) mengalihkan populasi hama menjauhi tanaman, dan 4) mengurangi dampak kerusakan tanaman.

Upaya mengantisipasi ledakan populasi hama pada tanaman kedelai akibat pemanasan global dengan teknik budi daya dapat dilakukan dengan cara:

- a. Penanaman kedelai umur genjah seperti varietas Grobogan, Malabar, dan Tidar, umur panen 74-78 hari (Suhartina 2008), merupakan salah satu usaha untuk memperpendek umur tanaman terserang hama, mengurangi kesesuaian ekosistem dan mengganggu penyediaan makanan atau keperluan hidup hama.
- b. Penggunaan varietas tahan hama seperti Lumajang Bewok, Gumitir, Tidar, Kerinci dan Argopuro yang tahan terhadap lalat bibit (*Agromyzidae*). Varietas Ijen, Panderman, dan Argopuro tahan terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura*). Varietas Gumitir dan Argopuro tahan terhadap hama pengisap polong (*Riptortus linearis*, *Nezara viridula*). Penanaman varietas tahan merupakan teknik budi daya untuk mengurangi dampak kerusakan tanaman dan mengurangi kesesuaian ekosistem hama.

- c. Penggunaan tanaman perangkap jagung dengan berbagai umur (genjah, sedang dan panjang) yang ditanam di keliling pematang areal pertanaman kedelai dapat mengurangi serangan hama ulat buah polong kedelai (*Helicoverpa armigera*). Penanaman tanaman perangkap *Sesbania rostrata* di pematang dapat mengurangi serangan hama pengisap polong (Marwoto *et al.* 2008).
- d. Rotasi atau pergiliran tanaman antara kedelai-padi atau dengan tanaman bukan kacang-kacangan dapat memutus siklus hama dan menekan populasi hama kedelai seperti lalat kacang *Ophiomyia phaseoli* Tryon, kutu kedelai (*Bemisia tabaci*), ulat jengkal (*Chrysodeixis chalsites*), kumbang kedelai (*Phaedonia inclusa*), kepik polong (*Nezara viridula*, *Riptorthus linearis*), dan penggerek polong (*Etiella* spp. *Helicoverpa armigera*) (Untung 2006).
- e. Tumpangsari kedelai dengan jagung merupakan upaya untuk mengendalikan hama kedelai. Tanaman jagung dapat berperan sebagai tanaman penghalang dari distribusi dan penyebaran hama di pertanaman kedelai. Populasi hama *Bemisia tabaci* pada tumpangsari kedelai + jagung lebih rendah daripada tanaman monokultur kedelai. Jagung pada tumpangsari dengan kedelai, di samping sebagai tanaman penghalang distribusi dan penyebaran juga dapat sebagai tanaman perangkap. Hama penggerek polong kedelai *Helicoverpa armigera* lebih menyukai meletakkan telur di rambut buah jagung daripada polong kedelai, sehingga sebagian besar populasi hama *Helicoverpa armigera* berada pada tanaman jagung (Marwoto 2008).

### **Pengendalian secara kimiawi**

Penggunaan pestisida kimia secara selektif diperlukan untuk mengembalikan populasi hama pada asas keseimbangan. Pertimbangan penggunaan pestisida diputuskan setelah diadakan analisis ekosistem terhadap hasil pengamatan dan ketetapan ambang kendali. Pestisida yang dipilih harus yang efektif dan telah diizinkan.

### **Pengendalian secara Terpadu**

Pengendalian hama kedelai secara terpadu atau lebih populer disebut Pengendalian Hama Terpadu (PHT) didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan. Strategi penerapan PHT untuk menghadapi dampak pemanasan global perlu dilandasi oleh informasi dasar tentang agroekosistem maupun sistem sosial-ekonomi setempat. Perpaduan teknik atau taktik komponen teknologi pengendalian yang optimal ditetapkan atas dasar pengetahuan informasi yang tepat tentang hama kedelai, ekosistem, dan sosial-ekonomi.

## Kesimpulan

1. Perubahan iklim global berpotensi meningkatkan populasi hama. Tanaman kedelai di negara tropis termasuk Indonesia mempunyai kompleksitas yang beragam. Peningkatan suhu bumi akan berakibat pada peningkatan populasi hama kedelai.
2. Hama kedelai yang populasinya meningkat akibat kenaikan suhu udara antara lain adalah a) lalat bibit kacang *Ophiomyia phaseoli*, b) kutu daun *Bemisia tabaci*, *Aphis* spp dan *Empoasca* spp., c) ulat daun *Spodoptera litura*, penggulung daun *Lamprosema indicata*, d) perusak polong *Etiella* spp, *Helicoverpa armigera* dan *Riptortus linearis*.
3. Upaya untuk mengatasi dampak pemanasan global dalam kaitannya dengan meningkatnya populasi hama diperlukan pemikiran dan terobosan untuk mengantisipasi ledakan populasi hama kedelai antara lain dengan optimalisasi pengendalian alami, pengendalian fisik dan mekanik serta teknik bercocok tanam. Teknik atau taktik pengendalian yang optimal ditetapkan atas dasar pengetahuan/informasi yang tepat tentang hama kedelai, ekosistem, dan sosial-ekonomi berlandaskan pendekatan PHT.

## Pustaka

- Adler, L.S, P.D. Valpine, J. Harte, and J. Call. 2007. Effects of long-term experimental warming on aphid density in the field. *J. of the Kansas Entomological Soc.* 80(2):156-168.
- Badan Litbang Pertanian. 2007. Strategi dan inovasi teknologi pertanian menghadapi perubahan iklim global. Badan Libang Pertanian. Jakarta. 29 p.
- Bale, J.S., G.J. Masters, I.D. Hodkinson, C. Awmack, T.M. Bezemer, V.K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J.C. Coulson, J. Farrar, J.E.G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T.H. Jones, R.L. Lindroth, M.C. Press, I. Symnioudis, A.D. Watt, and J.B. Whittaker. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8:1-16.
- Bellotti, A.C. 1990. A review of control strategies for four important cassava pests in the Americas. *In: S.K. Hahn and F.E. Caveness (Eds). Integrated pest management for tropical root and tuber crops.* IITA. p.58-65.
- Cannon, R.J.C. 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology* 4:785-796.

- Coley, P.D. 1998. Possible effects of climate change on plant/herbivore interactions in moist tropical forests. *Climatic Change* 39:455-472.
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger, and P. de Bach. 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. *In: C.B. Huffaker and P.S. Messenger (Eds). Theory and Practice of Biology Control*. Academic Press. New York. 788 p.
- Irianto, S.G. 2009. Perubahan iklim dan ketahanan pangan: dampak dan strategi antisipasi pemanasan global: strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Indonesia. Seminar Nasional Fak. Pertanian. Univ. Brawijaya. Malang 31 Januari 2009. 14 p.
- Marwoto. 2007. Dukungan pengendalian hama terpadu dalam program bangkit kedelai. *Iptek Tanaman Pangan* 2 (1):79-92.
- Marwoto, Sri Hardaningsih, dan A. Taufiq. 2008. Hama, penyakit, dan masalah hara pada tanaman kedelai: identifikasi dan pengendaliannya. Puslitbangtan. Bogor. Cetakan ke 2. 66 p.
- Okada, T., W. Tengkanoo and T. Djuarso 1988. An outline of soybean pest in Indonesia in faunestic aspects. Seminar Balittan Bogor. 6 Desember 1988. 37 p.
- Pedigo, L.P. 1996. *Entomology and pest management*. Second Edition. Prentice Hall Inc. USA. 679 p.
- Stafford, K.C., 2008. *Fly management handbook: a guide to biology, dispersal, and management of the house Fly and related flies for farmers, municipalities, and public health officials connecticut agricultural experiment station, New Haven*. Bulletin 1013. May 2008. 40 p.
- Suhartina. 2008. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi. Malang. 154 p.
- Tengkanoo, W., dan M. Suhardjan 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. *Dalam: Sadikin, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, Yuswadi (Eds). Kedelai*. Puslitbangtan, Bogor. p. 295-318.
- Untung, K. 2006. *Pengantar pengelolaan hama terpadu (Edisi kedua)*. Gajah Mada University Press. 348 p.
- Wilf, P., and C.C. Labandeira. 1999. Response of plant-insect associations to paleocene-eocene warming. *Science* 284:2153-2156.
- Witular, R. 2008. Isu perubahan iklim: pencetus perubahan pengelolaan lingkungan hidup ke arah yang lebih baik. <http://www.setneg.go.id>. Diakses 26 Nopember 2008.
- Wiyono, S. 2009. Perubahan iklim, pemicu ledakan hama dan penyakit tanaman. Salam, 26 Januari 2009. p.22-23.