

# Pengendalian Hama Terpadu: Pendekatan dalam Mewujudkan Pertanian Organik Rasional

Muhammad Arifin

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP)  
Jalan Tentara Pelajar No. 10, Bogor 16114  
Email: ardjuna78@yahoo.com

---

Naskah diterima 13 Maret 2012 dan disetujui diterbitkan 22 November 2012

---

## ABSTRACT

***Integrated Pest Management: An Approach for the Implementation of Rational Organic Farming.*** In a strict organic farming, cultivation techniques rely on natural organic inputs, avoiding the use of synthetic chemicals, such as inorganic fertilizers and chemical pesticides. To implement such farming techniques many problems are faced by farmers such as in obtaining land which had not been contaminated by chemicals. Newly opened lands which are isolated from intensively cultivated area are very vulnerable to pests and diseases. Therefore, to attain food self-sufficiency, the right choice could be a rational organic farming applying Integrated Pest Management (IPM) approach. The rational organic farming allows the use of inorganic fertilizers along with the organic fertilizers in a balanced manner, and rational use of synthetic chemical pesticides as needed, based on food safety and ecology. The challenge is how to motivate farmers to produce organic fertilizers, biopesticides, and then to apply it in a system of rational organic farming.

**Keywords:** Integrated Pest Management, rational organic farm, synthetic chemicals.

## ABSTRAK

Dalam sistem pertanian organik, teknik budi daya diterapkan dengan mengandalkan bahan alami, tanpa menggunakan bahan kimia sintetik, seperti pupuk anorganik dan pestisida kimia. Untuk mewujudkannya, beberapa masalah harus dihadapi, antara lain sulitnya mendapatkan lahan yang belum tercemar oleh bahan kimia yang mempunyai aksesibilitas baik. Selain itu, lahan konversi yang tidak terisolasi dari lahan intensif umumnya sangat rawan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Oleh karena itu, selama swasembada pangan belum tercapai, pilihan yang tepat adalah usahatani pertanian organik rasional dengan pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Ini berarti pertanian organik masih membenarkan penggunaan pupuk anorganik secara seimbang dengan pupuk organik, dan membatasi penggunaan pestisida kimia sintetik berdasarkan kaidah ekonomi dan ekologi. Tantangan ke depan adalah bagaimana memotivasi petani untuk memproduksi pupuk organik, pestisida hayati, dan pestisida nabati, kemudian menerapkannya dalam sistem pertanian organik rasional.

Kata kunci: Pengendalian Hama Terpadu, pertanian organik rasional, bahan kimia sintetis.

## PENDAHULUAN

Saat ini produktivitas berupa komoditas pertanian utama semakin sulit ditingkatkan, kecuali dengan inovasi teknologi, antara lain dalam bentuk varietas unggul baru, pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu (PTT), serta penanganan panen dan pascapanen yang baik. Hal ini disebabkan, antara lain, oleh menurunnya kesuburan tanah, terutama di lahan sawah. Upaya mengatasi masalah tersebut dengan mengandalkan pupuk anorganik tidak akan berhasil, bahkan bila dilakukan secara terus-

menerus dalam jangka waktu lama tanpa disertai pemberian pupuk organik akan mengakibatkan defisiensi mikronutrien, ketidakseimbangan sifat fisiko kimia tanah, dan ketidaklestarian produksi tanaman (Seran *et al.* 2010). Di sisi lain, penggunaan pestisida kimia yang tidak selektif secara terus-menerus untuk mempertahankan produktivitas tanaman dapat mengakibatkan beberapa jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi kebal, diikuti oleh musnahnya musuh alami (parasitoid dan predator) dan serangga berguna lainnya.

Untuk meningkatkan dan menjaga produktivitas lahan pertanian dalam jangka panjang serta memelihara kelestarian sumber daya alam dan lingkungan, pada tahun 2001 Kementerian Pertanian telah mencanangkan program pengembangan pertanian organik dengan jargon *Go Organic 2010*. Dalam program tersebut, teknik budi daya pertanian diterapkan, utamanya dengan mengandalkan bahan alami, tanpa menggunakan bahan kimia sintetik, seperti pupuk anorganik dan pestisida kimia. Diharapkan, melalui program tersebut pembangunan agribisnis berwawasan lingkungan (*eco-agribisnis*) dapat terwujud secara cepat guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani.

Semula, pertanian organik diharapkan sebagai alternatif untuk mengatasi degradasi lingkungan dan menghindarkan kebergantungan terhadap input produksi yang tinggi. Namun kenyataannya, pertanian organik sulit diwujudkan mengingat beberapa masalah yang harus dihadapi, antara lain sulitnya mendapatkan lahan belum tercemar oleh bahan kimia yang mempunyai aksesibilitas baik. Selain itu, lahan konversi yang tidak terisolasi dari lahan intensif umumnya sangat rawan terhadap serangan OPT. Oleh karena itu, selama swasembada pangan belum tercapai, pilihan yang tepat adalah usahatani pertanian organik rasional. Ini berarti pertanian organik rasional masih membenarkan penggunaan pupuk anorganik secara seimbang dengan pupuk organik, dan membatasi penggunaan pestisida kimia sintetik dengan pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Untuk itu, tantangan pertanian ke depan adalah bagaimana mendorong petani untuk memproduksi pupuk organik dan pestisida hayati/nabati kemudian menerapkannya dalam sistem pertanian organik rasional.

Makalah ini membahas PHT sebagai pendekatan dalam mewujudkan pertanian organik rasional. Makalah berisi tentang prospek pertanian organik, PHT sebagai komponen dasar Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), dan keterkaitan PHT dengan pertanian organik.

## PROSPEK PERTANIAN ORGANIK

### Pengertian Pertanian Organik

Menurut Standar Nasional Indonesia, SNI 01-6792-2002, pertanian organik (*organic farming*) adalah sistem manajemen produksi holistik yang meningkatkan dan mengembangkan kesehatan agroekosistem, termasuk keragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Berdasarkan definisi tersebut dapat dikatakan bahwa pertanian organik merupakan teknik budi daya pertanian yang mengandalkan bahan alami, tanpa menggunakan bahan kimia sintetik. Bahan alami yang

digunakan antara lain pupuk hijau (*green manure*), kompos, agens pengendalian OPT secara hayati (parasitoid, predator, patogen serangga, dan mikroba antagonis), dan pestisida nabati. Bahan kimia sintetik yang tidak digunakan antara lain pupuk anorganik, pestisida kimia sintetik (insektisida, fungisida, dan herbisida), zat pengatur tumbuh (hormon), antibiotik untuk ternak, bahan aditif, dan organisme yang dimodifikasi secara genetik (*genetically modified organism*) (European Commission 2011).

Pertanian organik mensyaratkan jaminan bahwa produk pertanian harus beratribut aman dikonsumsi (*food safety attributes*), kandungan nutrisi tinggi (*nutritional attributes*), dan ramah lingkungan (*eco-labelling attributes*). Preferensi konsumen seperti ini menyebabkan permintaan produk pertanian organik dunia meningkat pesat, sekitar 20% per tahun. (Badan Litbang Pertanian 2002), sehingga pada tahun 2009 pangsa pasar dunia terhadap produk pertanian organik diperkirakan mencapai USD 54,9 miliar (Willer and Kilcher 2011). Berdasarkan persyaratan tersebut, ada empat prinsip pertanian organik, yakni (IFOAM 2009):

#### 1) Prinsip kesehatan

Pertanian organik harus melestarikan dan meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, hewan, manusia, dan bumi sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan. Prinsip ini menunjukkan bahwa kesehatan tiap individu dan komunitas tidak dapat dipisahkan dari kesehatan ekosistem, tanah yang sehat akan menghasilkan tanaman sehat yang dapat mendukung kesehatan hewan dan manusia. Oleh sebab itu, penggunaan pupuk, pestisida, obat-obatan bagi hewan, dan bahan aditif makanan yang dapat merugikan kesehatan harus dihindari.

#### 2) Prinsip ekologi

Pertanian organik harus didasarkan atas sistem dan siklus ekologi kehidupan. Pada prinsip ini, pertanian organik dapat mencapai keseimbangan ekologis melalui pola sistem pertanian, pembangunan habitat, dan pemeliharaan keragaman genetik dan pertanian. Praktisi pertanian yang menghasilkan, memproses, memasarkan atau mengkonsumsi produk-produk organik harus melindungi dan memberikan keuntungan bagi lingkungan secara umum, termasuk di dalamnya tanah, iklim, habitat, keragaman hayati, udara, dan air. Bahan-bahan asupan sebaiknya dikurangi dengan cara dipakai kembali, didaur-ulang dan dengan pengelolaan bahan-bahan dan energi secara efisien guna memelihara, meningkatkan kualitas, dan melindungi sumber daya alam.

### 3) Prinsip keadilan

Pertanian organik harus membangun hubungan yang mampu menjamin keadilan yang terkait dengan lingkungan dan kesempatan hidup bersama. Pertanian organik harus memberikan kualitas hidup yang baik bagi setiap orang yang terlibat, menyumbang bagi kedaulatan pangan dan mengurangi kemiskinan. Pertanian organik bertujuan untuk menghasilkan kecukupan dan ketersediaan pangan maupun produk lainnya dengan kualitas yang baik.

### 4) Prinsip perlindungan

Pertanian organik harus dikelola secara hati-hati dan bertanggung jawab untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan mendatang serta lingkungan hidup. Pertanian organik harus mampu mencegah terjadinya risiko merugikan dengan menerapkan teknologi tepat guna dan menolak teknologi yang tidak dapat diramalkan akibatnya, seperti rekayasa genetika (*genetic engineering*). Segala keputusan harus mempertimbangkan nilai-nilai dan kebutuhan dari semua aspek yang mungkin dapat terkena dampaknya, melalui proses-proses yang transparan dan partisipatif.

Keempat prinsip tersebut merupakan dasar bagi pertumbuhan dan perkembangan pertanian organik, dan menjadi visi untuk meningkatkan keseluruhan aspek pertanian secara global. Hal ini tentunya akan mengilhami gerakan organik dengan segala keberagamannya dan menjadi panduan bagi pengembangan posisi, program, dan standar-standar IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movement*) di seluruh dunia.

### Dinamika Perkembangan Pertanian Organik

Revolusi hijau (*green revolution*) pada tahun 1960-an melalui penggunaan benih unggul produktivitas tinggi yang mensyaratkan penggunaan pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetis dosis tinggi, telah berhasil mendorong peningkatan produktivitas beberapa tanaman sereal, terutama padi. Di lain pihak, revolusi hijau tidak terlepas dari berbagai kritikan, terutama yang berkaitan dengan terjadinya degradasi lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetis secara berlebihan, perlunya irigasi karena penggunaan air yang lebih banyak, menurunnya biodiversitas akibat hilangnya berbagai varietas lokal, patahnya berbagai ketahanan genetik tanaman terhadap hama dan penyakit, teknologi yang hanya dinikmati oleh petani berpendapatan tinggi karena lebih mampu menyediakan *input* untuk memperoleh hasil tinggi dari varietas unggul baru yang diintroduksi, dan memperkecil peluang kerja di pedesaan, terutama bagi wanita tani (Kesavan and Swaminathan 2006).

Memasuki abad ke-21, masyarakat dunia makin sadar akan bahaya yang ditimbulkan oleh pemakaian bahan kimia sintetis dalam pertanian. Orang semakin arif dalam memilih bahan pangan yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan. Pola hidup sehat dengan slogan *back to nature* telah menjadi tren baru, meninggalkan pola hidup lama yang menggunakan bahan kimia nonalami, seperti pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetis serta hormon tumbuh dalam produksi pertanian. Pangan yang sehat dan bergizi tinggi dapat diproduksi dengan metode baru yang dikenal dengan pertanian organik (Badan Litbang Pertanian 2002).

Dalam beberapa tahun terakhir, pertanian organik modern yang juga disebut pertanian organik rasional (*rational organic farming*) masuk ke dalam sistem pertanian Indonesia secara sporadis dan terbatas. Pertanian organik rasional berkembang dalam memproduksi bahan pangan yang selain memberikan produktivitas tinggi, juga aman bagi kesehatan karena diterapkan dengan sistem produksi yang ramah lingkungan. Namun, konsep pertanian organik rasional belum banyak dikenal petani. Sementara ini, pertanian organik lebih ditekankan kepada upaya meninggalkan penggunaan pestisida kimia sintetis dan masih mengandalkan penggunaan pupuk anorganik. Dengan makin majunya pengetahuan dan teknologi kesehatan, lingkungan hidup, mikrobiologi, kimia, molekuler biologi, dan biokimia, pertanian organik diharapkan terus berkembang.

### Peluang dan Tantangan Pertanian Organik

Saat ini pertanian organik telah dipraktekkan di 160 negara pada lahan seluas 37,2 juta ha (termasuk lahan konversi) yang dikelola oleh 1,8 juta petani. Berdasarkan hasil survey IFOAM dan FiBL pada tahun 2010, distribusi lahan pertanian organik menurut kawasan dunia disajikan dalam Tabel 1. Negara dengan lahan pertanian organik terluas adalah Australia, Argentina, dan Amerika Serikat, masing-masing seluas 12,00; 4,40; dan 1,95 juta ha. Dibandingkan dengan areal tanam pertanian organik di berbagai wilayah di dunia, areal tanam pertanian organik di Asia, di mana Indonesia termasuk di dalamnya, relatif kecil, hanya 2,9 juta ha (Willer and Kilcher 2011).

Berdasarkan data Statistik Pertanian Organik Indonesia, total areal lahan pertanian organik di Indonesia pada tahun 2010 seluas 238.872 ha. Luasan areal yang meningkat 10% dari tahun sebelumnya mencakup lahan pertanian organik yang telah disertifikasi, lahan yang sedang dalam proses sertifikasi Penjaminan Mutu Organik Indonesia (PAMOR), dan lahan yang tidak bersertifikasi. Peningkatan pertanian organik di Indonesia, tumbuh seiring dengan peningkatan luas lahan organik di seluruh dunia yang mencapai 2 juta ha (AOI 2010).

Tabel 1. Areal tanam pertanian organik di masing-masing wilayah di dunia.

| Wilayah       | Areal tanam |      |
|---------------|-------------|------|
|               | (juta ha)   | (%)  |
| Oceania       | 12,1        | 32,6 |
| Eropa         | 7,8         | 24,9 |
| Amerika Latin | 6,4         | 23,0 |
| Amerika Utara | 2,2         | 7,1  |
| Asia          | 2,9         | 9,6  |
| Afrika        | 0,9         | 2,8  |

Sumber: FiBL dan IFOAM Survey 2010 (Willer and Kilcher 2011)

Di samping potensi sumber daya lahan, permintaan pangan organik di pasar dunia juga cenderung naik. Sampai tahun 2005, pangsa pasar pangan organik di negara-negara Eropa, Oceania, Amerika Serikat, Kanada, dan Jepang diperkirakan tumbuh rata-rata 12,5% per tahun. Pangsa pasar pada tahun 2003 diperkirakan mencapai 23-25 miliar dolar Amerika dan pada tahun 2005 menjadi 29-31 miliar dolar (Yussefi and Willer 2003). Oleh karena itu, prospek pasar yang sangat besar ini membuka peluang bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia untuk memproduksi pangan organik. Selain memiliki potensi sumber daya lahan yang dapat dibuka untuk mengembangkan sistem pertanian organik, teknologi pertanian organik juga sudah cukup tersedia, seperti pembuatan kompos, pestisida hayati, dan sistem tanam tanpa olah tanah (TOT).

Banyak produk-produk pertanian organik yang tidak dapat diproduksi di negara-negara Eropa, tetapi diproduksi di negara-negara tropis, misalnya kopi, teh, kakao, rempah-rempah, buah-buahan dan sayuran tropis. Untuk meningkatkan produksi pertanian organik, pada tahun 2001 pemerintah Indonesia telah mencanangkan program *Go Organic 2010*. Visi yang ditetapkan dalam perencanaan strategis jangka menengah ini adalah mewujudkan Indonesia sebagai salah satu produsen pangan organik terbesar di dunia. Visi tersebut optimistis dapat terwujud dengan dukungan potensi alam dan budaya masyarakat Indonesia.

Tantangan yang dihadapi dalam mewujudkan pertanian organik, antara lain (Badan Litbang Pertanian 2002):

- 1) Pertanian organik menuntut agar lahan yang digunakan tidak atau belum tercemar oleh bahan kimia dan mempunyai aksesibilitas yang baik. Lahan yang belum tercemar adalah lahan yang belum diusahakan, tetapi secara umum lahan demikian kurang subur. Lahan yang subur umumnya telah diusahakan secara intensif dengan menggunakan pupuk anorganik dan pestisida kimia.

- 2) Produktivitas komoditas pertanian organik masih di bawah pertanian yang umum diterapkan petani. Oleh karena itu, untuk mencapai target produksi, pupuk organik masih digunakan sebagai pupuk pelengkap, di samping pupuk anorganik. Banyak petani di Indonesia beranggapan bahwa pupuk organik tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dan memiliki respons yang lebih lambat.
- 3) Lokasi pertanian organik yang tidak terisolasi dengan lokasi pertanian pada umumnya membuat pertanian organik lebih rawan terhadap OPT. Sementara pengendalian OPT secara biologis masih dirasa mahal oleh petani dan kurang efektif.
- 4) Potensi pasar produk pertanian organik di dalam negeri sangat terbatas, antara lain karena belum adanya insentif harga yang memadai untuk produsen produk pertanian organik, mahalnya investasi pada awal pengembangan, terutama dalam memilih lahan yang benar-benar steril dari pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetis, serta belum adanya kepastian pasar, sehingga petani enggan memproduksi komoditas pertanian organik.

Pengembangan pertanian organik di Indonesia selanjutnya harus ditujukan untuk memenuhi permintaan pasar global. Oleh sebab itu, komoditas eksotik seperti sayuran dan perkebunan (kopi, kakao, dan teh) yang memiliki potensi ekspor cukup cerah perlu segera dikembangkan melalui pertanian organik. Produk kopi, misalnya, Indonesia merupakan pengeksport terbesar kedua setelah Brasil, tetapi di pasar internasional kopi Indonesia tidak memiliki merk dagang yang bersertifikat *eco-labeling* (Badan Litbang Pertanian 2002).

Dalam sistem pertanian organik rasional diperlukan standar mutu dan hal ini diberlakukan oleh negara-negara pengimpor secara ketat. Sering satu produk pertanian organik harus dikembalikan ke negara pengeksport, termasuk Indonesia, karena masih ditemukan kandungan residu pestisida maupun bahan kimia lainnya. Banyaknya produsen yang mengklaim produknya sebagai produk pertanian organik, tetapi tidak disertifikasi, meragukan konsumen. Sertifikasi produk pertanian organik dapat dibagi menjadi dua kriteria yaitu (Badan Litbang Pertanian 2002):

- 1) Sertifikasi lokal untuk pangsa pasar dalam negeri. Kegiatan pertanian ini masih mentoleransi penggunaan pupuk anorganik sintetis dalam jumlah minimal atau *low external input sustainable agriculture* (LEISA), namun sudah membatasi penggunaan pestisida sintetis. Pengendalian OPT dilakukan dengan menggunakan varietas tahan dan biopestisida atau agens hayati.

Tabel 2. Komoditas yang layak dikembangkan dengan sistem pertanian organik.

| Kategori             | Komoditas                                                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tanaman pangan       | Padi                                                                                                    |
| Hortikultura sayuran | Brokoli, kubis merah, petsai, caisin, cho putih, kubis tunas, bayam daun, labu siyam, oyong, dan baligo |
| Hortikultura buah    | Nangka, durian, salak, mangga, jeruk, dan manggis                                                       |
| Perkebunan           | Kelapa, pala, jambu mete, cengkeh, lada, vanili, dan kopi                                               |
| Rempah dan obat      | Jahe, kunyit, temulawak, dan temu-temuan lainnya                                                        |
| Peternakan           | Susu, telur, dan daging                                                                                 |

Badan Litbang Pertanian (2002)

- 2) Sertifikasi internasional untuk pangsa ekspor dan kalangan tertentu di dalam negeri, seperti sertifikasi yang dikeluarkan oleh IFOAM, yakni suatu organisasi internasional yang didirikan pada tahun 1972 untuk menaungi berbagai organisasi pertanian organik (Paull 2010). Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebagai produk pertanian organik antara lain masa konversi lahan, tempat penyimpanan produk organik, bibit, pupuk, dan pestisida serta pengolahan hasilnya.

Beberapa komoditas prospektif yang dapat dikembangkan dengan sistem pertanian organik di Indonesia disajikan dalam Tabel 2. Pengembangan komoditas tersebut harus memenuhi tiga hal, terkait dengan pembangunan pertanian berkelanjutan, yakni: a) peningkatan produksi pertanian harus disertai dengan efisiensi pemanfaatan sumber daya, b) proses biologis harus dikontrol oleh sistem pertanian itu sendiri (tidak bergantung pada masukan yang berasal dari luar pertanian), dan c) daur hara dalam sistem pertanian harus lebih ditingkatkan dan bersifat lebih tertutup (Harwood 1990). Dengan terpenuhinya tiga hal tersebut, dalam menghadapi era perdagangan bebas, pertanian organik Indonesia diharapkan sudah dapat mengekspor produknya ke pasar internasional.

## PHT SEBAGAI KOMPONEN DASAR PTT

### Konsep PHT

Dalam konsep PHT, pengendalian OPT merupakan satu kesatuan sistem pengelolaan ekosistem pertanian dengan penekanan pada upaya memadukan secara optimal semua teknologi pengendalian OPT yang cocok dan mendorong berfungsinya proses pengendalian alami yang mampu mempertahankan populasi OPT pada tingkat

keseimbangan yang rendah. Tujuannya adalah: a) menurunkan status OPT; b) menjamin keuntungan petani; c) melestarikan kualitas lingkungan; dan d) menyelesaikan masalah OPT secara berkelanjutan (Pedigo and Higley 1992).

Untuk menerapkan PHT seoptimal mungkin diperlukan pengetahuan mengenai unsur dasar PHT, yakni: a) ekosistem, khususnya komponen ekosistem yang berperan sebagai pengendali populasi OPT secara alamiah; b) biologi dan ekologi berbagai jenis organisme untuk menentukan peranan tiap jenis organisme tersebut dalam ekosistem; c) batas toleransi tanaman terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh serangan OPT untuk mengusahakan agar populasi OPT dapat dipertahankan tetap berada di bawah batas tersebut; dan d) teknik pemantauan populasi OPT serta komponen fisik dan biologis yang menentukan keberadaan dan mengatur kepadatan populasi OPT. Keempat pengetahuan tersebut dipadukan dalam suatu kesatuan yang serasi agar produktivitas tanaman dapat dioptimalkan dan ekosistem dapat diusahakan stabil.

Berdasarkan konsep PHT tersebut jelas bahwa pengendalian OPT dengan pestisida yang diterapkan secara tunggal dengan prinsip preventif dan terjadwal merupakan cara yang tidak efisien dan dapat mengakibatkan ketimpangan interaksi di antara komponen ekosistem. Oleh karena itu, perlu dicari dasar penggunaan pestisida yang rasional, baik ditinjau dari segi ekonomi maupun ekologi. Pengendalian OPT dengan pestisida dibenarkan, apabila dari segi ekonomi, manfaat yang diperoleh sekurang-kurangnya sama dengan biaya pengendalian OPT dan dari segi ekologi, apabila komponen ekosistem, baik fisik maupun biologis, tidak mampu menekan populasi OPT dan mempertahankannya pada tingkat keseimbangan yang rendah. Kedua dasar penggunaan pestisida tersebut melahirkan gagasan tentang konsep ambang ekonomi (AE) atau *economic threshold*, yakni tingkat populasi OPT yang harus segera dikendalikan agar tidak mencapai tingkat yang merugikan tanaman. Jadi, AE merupakan konsep yang dikembangkan oleh para pakar sebagai dasar pengambilan keputusan pengendalian OPT dengan pestisida secara rasional.

Untuk menentukan apakah populasi OPT telah melampaui AE, maka harus dilakukan pemantauan secara berkala terhadap populasi OPT, populasi musuh alami, kondisi pertanaman, dan iklim. Hal ini dimaksudkan agar populasi OPT tidak terlambat dikendalikan. Dalam kegiatan pemantauan tersebut, kepadatan populasi OPT yang dikategorikan layak dikendalikan ditentukan dengan teknik penarikan contoh beruntun (*sequential sampling*) berdasarkan pola sebaran populasi, data AE, dan tingkat

risiko kesalahan dalam pengambilan keputusan pengendalian (Shepard 1980).

Sebagai contoh, teknik penarikan contoh beruntun populasi ulat grayak instar III pada tanaman kedelai stadium pembungan (R1-R2) dengan nilai AE 3,20 ekor ulat instar III per rumpun disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan teknik tersebut, jumlah rumpun contoh yang diambil minimal enam rumpun ( $n = 6$ ). Hasil penghitungan populasi ulat kumulatif dikategorikan menjadi: a) yang harus dikendalikan karena populasi telah mencapai batas bahaya  $d_2$ ; b) yang tidak perlu dikendalikan karena populasi belum mencapai batas aman  $d_1$ ; dan c) yang harus dilakukan penarikan contoh ulang karena populasi mencapai nilai antara  $d_1$  dan  $d_2$ .

### Strategi PHT

Dalam konsep PHT, pengendalian OPT dilakukan dengan berbagai cara yang dipadukan secara serasi untuk menurunkan populasi, kemudian mempertahankannya pada tingkat yang dapat ditoleransi. Karena status OPT ditentukan oleh OPT dan tanaman, maka strategi pengendalian OPT ditekankan pada modifikasi salah satu atau keduanya, yakni (Pedigo 1999):

#### 1) Strategi tanpa pengendalian

Strategi ini diterapkan pada kondisi ekosistem pertanian stabil. Dalam kondisi tersebut, populasi OPT diatur oleh:

- a) Faktor bergantung kepadatan (*density-dependent factor*), yakni faktor yang intensitas bekerjanya berubah-ubah menurut kepadatan populasi OPT. Faktor seperti musuh alami (parasitoid, predator,

patogen serangga, dan mikroba antagonis) dan sifat kompetisi di antara individu OPT untuk mendapatkan pakan, ruang, dan pasangan memiliki sifat penekanan yang lebih ketat terhadap populasi OPT ketika kepadatan populasinya tinggi dan penekanan yang lebih longgar ketika kepadatan populasinya rendah. Contoh, kemampuan kumbang predator, *Curinus coeruleus*, memangsa *Bemisia tabaci* pada tanaman labu dan kacang merah bergantung pada kepadatan populasi mangsa. Pada populasi *Bemisia tabaci* 60, 120, dan 240 ekor nimfa instar IV berturut-turut sebanyak 53, 71, dan 102 ekor/hari (Riyanto dan Sudrajat 2008).

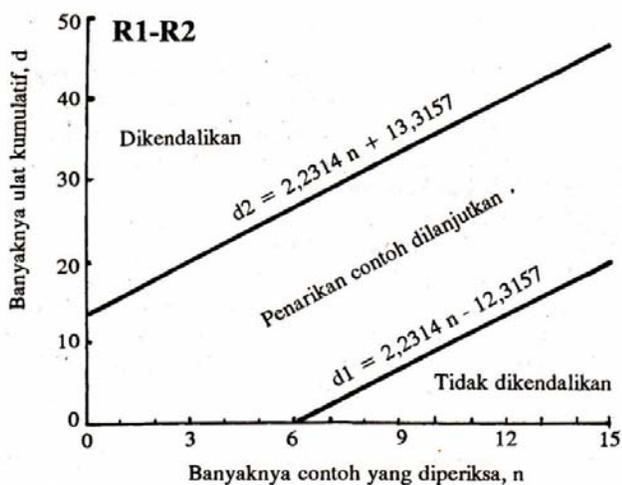
- b) Faktor bebas kepadatan (*density-independent factor*), yakni faktor yang intensitas bekerjanya tidak bergantung pada kepadatan populasi OPT. Faktor seperti ketahanan varietas tanaman, iklim, dan pestisida dapat bertindak sebagai pengendali populasi OPT apabila musuh alami tidak dapat menurunkan populasi OPT ke keadaan seimbang. Contoh, penanaman padi varietas IR74 (tahan) dan Ciherang (agak tahan) menurunkan populasi nimfa wereng coklat biotipe 4 generasi 1, masing-masing 53% dan 19%. Sebaliknya, varietas Muncul dan Hipa 4 (rentan) tidak menurunkan populasi nimfa wereng coklat (Baehaki *et al.* 2011).

Peranan kedua faktor pengendali tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan populasi OPT secara alamiah dalam jangka panjang. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan mengelola ekosistem sedemikian rupa sehingga menguntungkan musuh alami dan mampu mengendalikan populasi OPT. Upaya tersebut dilakukan antara lain dengan mengatur pola tanam dan menggunakan pestisida secara bijaksana berdasarkan kepadatan populasi OPT. Dengan demikian akan selalu terjadi keadaan populasi OPT yang secara dinamik berfluktuasi di sekitar kedudukan keseimbangan umum (*general equilibrium position*).

#### 2) Strategi menurunkan populasi OPT

Strategi ini diterapkan untuk dua situasi. Pertama, bila berdasarkan pengalaman, populasi OPT akan melampaui AE, maka untuk tujuan preventif, sebelum tanam harus dilakukan upaya mengubah lingkungan menjadi tidak disukai OPT. *Kedua*, bila dalam kondisi normal, populasi OPT akan berada di atas AE sepanjang musim, maka untuk tujuan kuratif harus disiapkan tindakan pengendalian. Contoh tindakan preventif, antara lain:

- a) Pengaturan pola tanam untuk menciptakan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi OPT untuk bertahan hidup, tumbuh, dan bereproduksi.



Gambar 1. Teknik penarikan contoh populasi ulat grayak pada tanaman kedelai stadium pembungan.  
Sumber: Arifin (1994).

Pengaturan pola tanam meliputi pergiliran tanaman, waktu tanam, dan tanam serentak. Pergiliran tanaman dimaksudkan untuk memutus rantai pakan OPT. Misalnya, menanam kedelai setelah panen padi. Pengaturan waktu tanam dimaksudkan untuk menghindarkan masa kritis tanaman dari serangan OPT. Misalnya, mengundurkan atau memajukan waktu tanam berdasarkan puncak penerbangan populasi OPT. Pengaturan tanam serentak dimaksudkan agar tidak terjadi tumpang tindih generasi OPT. Misalnya, penanaman padi yang terlambat dari sekitarnya memberikan peluang lebih besar bagi populasi wereng batang coklat untuk meningkat, terutama apabila pertanaman padi sebelumnya telah mendekati masa panen.

- b) Pengaturan teknik bercocok tanam dimaksudkan agar pertumbuhan tanaman dan hasil panen menjadi optimal. Misalnya, kedelai yang ditanam sesuai anjuran agronomis akan tumbuh subur, ditandai dengan daun yang rimbun, sedangkan yang kurang subur, daunnya jarang. Apabila terjadi serangan hama pemakan daun pada pertanaman yang subur, kerusakan daun yang ditimbulkan relatif lebih rendah daripada pertanaman yang kurang subur. Pengaturan teknik bercocok tanam dapat pula digunakan untuk menghambat perkembangan populasi OPT, misalnya pengaturan jarak tanam, penggenangan, dan sanitasi.

### 3) Strategi mengurangi kerentanan tanaman

Penggunaan varietas tahan tidak mengurangi populasi OPT secara langsung, tetapi tanaman dapat menolak atau mentoleransi OPT. Strategi ini biayanya murah dan mudah dilakukan petani dan aman bagi lingkungan. Strategi ini dapat disertai dengan meningkatkan vigor tanaman melalui pengaturan pengairan dan pemupukan.

Ada tiga mekanisme ketahanan tanaman terhadap OPT, yakni antixenosis, antibiosis, dan toleran (Kogan dan Ortman *dalam* Muzaholic's Blog 2010). Antixenosis adalah sifat tanaman yang tidak disukai serangga karena adanya senyawa kimia yang bersifat racun atau adanya struktur dan morfologi tanaman yang dapat menghalangi proses makan atau peletakan telur. Mekanisme resistensi antixenosis dibagi menjadi dua kelompok, yakni antixenosis kimiawi (menolak karena adanya senyawa allelokimia), misalnya kumbang *Diabrotica undecimpunctata* menyenangi mentimun yang memiliki kandungan kukurbitasin (suatu zat atraktan dan penggairah makanan) dan antixenosis fisik (menolak karena adanya struktur atau morfologi tanaman), misalnya *Conomorpha cramerella* tidak suka meletakkan telurnya pada buah kakao yang halus. Antibiosis adalah sifat tanaman yang dapat mengeluarkan senyawa beracun bagi serangga yang mengonsumsinya,

sehingga akan mengganggu pertumbuhan, menurunkan keperidian, atau memperlambat kematangan seksual serangga. Contoh, kandungan gosipol untuk ketahanan terhadap penggerek tongkol jagung (*Heliothis*), pengurangan kadar asparagin untuk ketahanan terhadap wereng coklat padi, kandungan DIMBOA (glucoside) untuk ketahanan terhadap penggerek batang jagung (*Ostrinia* sp.). Toleran adalah sifat tanaman yang mampu menyembuhkan diri (*recovery*) dari luka atau mampu tumbuh lebih cepat setelah terjadinya serangan OPT. Contoh, tanaman jagung yang memiliki volume perakaran luas tahan terhadap kumbang akar jagung *Diabrotica virgifera*.

### 4) Strategi kombinasi

Strategi yang menggabungkan upaya penurunan populasi OPT dan kerentanan tanaman menguntungkan karena jika satu teknik gagal, teknik lainnya dapat membantu mengendalikan OPT. Selain itu, efektivitas suatu teknik pengendalian dapat ditingkatkan jika digunakan secara bersama-sama dengan teknik pengendalian lainnya. Ada beberapa teknik pengendalian yang dapat digunakan secara terpadu untuk menurunkan status OPT, yakni:

- Pengendalian dengan teknik budi daya, misalnya menggilir tanaman padi dengan jagung atau kedelai; menanam kedelai dan jagung secara berselang-seling pada petak berbeda; menanam padi varietas toleran terhadap serangan OPT; dan menanam tanaman perangkap OPT.
- Pengendalian hayati, misalnya mengonservasi parasitoid dan predator; dan memperbanyak dan melepas agens hayati (virus, bakteri, cendawan, dan nematoda patogen serangga).
- Pengendalian mekanis dan fisik, misalnya mengumpulkan dan membinasakan kelompok telur dan ulat; dan menggenangi lahan untuk mematikan ulat yang berada di tanah.
- Pengendalian dengan pestisida nabati, misalnya dari tanaman mimba (*Azadirachta indica*) yang mengandung bahan aktif *azadirachtin* apabila populasi OPT telah melampaui AE. Pestisida kimia dapat digunakan sebagai pilihan terakhir apabila tidak tersedia bahan pengendali OPT yang bersifat alami.

### Program PTT

Dalam upaya peningkatan produksi pertanian pada periode lima tahun ke depan (2010-2014), Kementerian Pertanian akan memacu peningkatan produksi lima komoditas utama yang dijadikan target swasembada, yaitu padi, jagung, kedelai, gula, dan daging sapi. Sejak

tahun 2008, dua komoditas pangan utama (padi dan jagung) sudah dalam posisi swasembada, sehingga target ke depan adalah mempertahankan posisi swasembada (swasembada berkelanjutan), bahkan diharapkan dapat dijadikan komoditas ekspor. Sementara tiga komoditas pangan utama lainnya (kedelai, gula, dan daging sapi) ditargetkan dapat mencapai swasembada pada tahun 2014. Sehubungan dengan hal itu, Menteri Pertanian Suswono dalam Rapat Kerja Kementan dengan Komisi IV DPR pada 11 September 2012 mengemukakan target produksi lima komoditas utama pada tahun 2013 untuk padi, jagung, kedelai, gula, dan daging sapi, masing-masing 73,3; 19,83; 2,0; 2,82; dan 0,555 juta ton (Bisnis.com 2012). Khusus padi, pada tahun 2014 ditargetkan surplus beras sebanyak 10 juta ton.

Salah satu upaya yang ditempuh dalam meningkatkan produksi padi, jagung, dan kedelai nasional menuju swasembada 2014 adalah memperluas areal tanam/panen dan meningkatkan produktivitas. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman secara optimal agar pendapatan petani meningkat, diperlukan proses produksi yang efisien dan berkelanjutan dengan pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) yang adopsinya dipercepat melalui penerapan Sekolah Lapang (SL)-PTT bagi petani secara partisipatif. Pada tahun 2008 hingga 2010, pengembangan PTT padi, jagung, dan kedelai pada SL-PTT berturut-turut meliputi areal seluas 6,13 juta ha; 430 ribu ha; dan 370 ribu ha. Sampai saat ini, kegiatan PTT secara nasional telah berjalan lebih-kurang 5 tahun, sejak tahun 2007, dan diharapkan kegiatan ini dapat berkembang dan berkelanjutan (Badan Litbang Pertanian 2010).

Pada prinsipnya, PTT adalah suatu pendekatan dalam budi daya yang mengutamakan pengelolaan tanaman, lahan, air, dan OPT secara terpadu. Berbeda dengan program Insus dan Supra Insus yang merupakan paket teknologi yang penerapannya tanpa memperhatikan kondisi sumber daya yang ada, PTT adalah kombinasi teknologi pilihan yang penerapannya disesuaikan dengan kondisi dan potensi setempat. PTT bertujuan untuk meningkatkan pendapatan petani melalui penerapan teknologi yang cocok untuk kondisi setempat yang dapat meningkatkan produksi, mutu hasil, dan menjaga kelestarian lingkungan.

Komponen teknologi yang diterapkan dalam PTT dikelompokkan ke dalam teknologi dasar dan pilihan. Sebagai contoh, pada kedelai, komponen teknologi dasar sangat dianjurkan untuk diterapkan di semua areal pertanaman, meliputi: a) varietas unggul baru, b) benih

bermutu dan berlabel, c) pembuatan saluran drainase, d) pengaturan populasi tanaman, dan e) pengendalian OPT secara terpadu. Komponen teknologi pilihan disesuaikan dengan kondisi, kemauan, dan kemampuan petani setempat, meliputi: a) penyiapan lahan, b) pemupukan sesuai kebutuhan tanaman, c) pemberian pupuk organik, d) amelioran pada lahan kering masam; e) pengairan pada periode kritis, dan f) panen dan pascapanen (Marwoto *et al.* 2009).

Pada padi sawah, komponen teknologi dasar meliputi: a) penanaman bibit muda, b) pemberian pupuk organik pada saat pengolahan tanah, c) irigasi berselang (*intermittent irrigation*), d) pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah, dan e) pemupukan N berdasarkan bagan warna daun (BWD). Komponen teknologi pilihan spesifik lokasi, meliputi: a) penggunaan varietas unggul baru, b) penggunaan benih bermutu dengan daya tumbuh tinggi, c) penanaman 1-3 bibit per lubang, d) peningkatan populasi tanaman melalui sistem tanam tegel 20 cm x 20 cm atau sistem tanam jajar legowo 2:1 dan 4:1, e) penyiangan menggunakan *rotary weeder* atau landak, f) pengendalian OPT berdasarkan pendekatan PHT, g) panen tepat waktu, dan h) perontokan gabah menggunakan *thresher* (Zaini 2008).

Hasil pengujian di 28 kabupaten selama tahun 2002-2003 menunjukkan bahwa penerapan PTT di lahan sawah irigasi meningkatkan hasil padi rata-rata 1 t/ha. Penerapan PTT juga efisien dalam penggunaan benih, pupuk, dan air irigasi. Hal ini tentu berdampak terhadap peningkatan keuntungan. Melalui penerapan PTT, keuntungan yang diperoleh dari usahatani padi 35% lebih besar dibandingkan dengan non-PTT. Data ini menunjukkan bahwa PTT dapat diandalkan dalam meningkatkan produksi padi dan pendapatan petani (Badan Litbang Pertanian 2010).

PTT tidak saja berkembang untuk tanaman padi, tetapi juga kedelai. Di beberapa sentra produksi, produktivitas yang dicapai dengan pendekatan PTT melebihi 2,0 t/ha, tetapi kisaran produktivitas di antara petani peserta masih cukup besar, 1,77-2,55 t/ha. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tingkat penerapan komponen budi daya di tingkat petani, perbedaan tingkat pendidikan, umur, luas lahan garapan, dan persepsi terhadap teknologi secara keseluruhan. Namun, keuntungan yang diperoleh melalui pendekatan PTT naik 86%. Hal ini menyadarkan petani akan pentingnya mengikuti *standard operational procedure* (SOP) agar produktivitas tinggi (> 2,0 t/ha) dapat dicapai dengan mudah (Adisarwanto 2007).

## KETERKAITAN PHT DENGAN PERTANIAN ORGANIK

### Status Pupuk Anorganik dan Peranan PHT

Sampai saat ini, pendekatan pertanian organik dan non-organik masih diperdebatan untuk menentukan visi pembangunan pertanian masa depan, khususnya dalam upaya pemenuhan kebutuhan pangan melalui program intensifikasi berwawasan lingkungan. Dalam makalah ini, perdebatan yang umumnya seputar status pupuk anorganik tersebut tidak akan dibahas. Berikut ini dikemukakan contoh dua macam program yang terkait dengan pertanian organik, masing-masing dikategorikan sebagai pertanian organik konvensional dan modern (Zaini 2008).

Pertama, program *System of Rice Intensification* (SRI). Program ini lebih menekankan pada usahatani organik absolut (*absolute organic farming*) yang memfokuskan pada penggunaan pupuk organik untuk memperbaiki kesuburan tanah dan biopestisida untuk pengendalian OPT serta peningkatan jumlah anak per rumpun sebagai dasar peningkatan produksi. Sesuai dengan namanya, program ini diterapkan tanpa menggunakan bahan kimia sintetis (pupuk anorganik dan pestisida). Kebutuhan nutrisi tanaman dipenuhi dari hasil pengolahan limbah pertanian, terutama jerami dan kotoran ternak. Apabila terjadi serangan OPT, petani menggunakan pestisida nabati atau agens pengendalian hayati. Masalah utama yang dihadapi adalah sulitnya memperoleh lokasi yang benar-benar bebas dari residu kedua macam bahan kimia sintetis tersebut.

Kedua, program PTT. Program ini dikelompokkan ke dalam pertanian organik rasional karena pupuk organik dan anorganik digunakan secara berimbang untuk kebutuhan tanaman dan memperbaiki kesuburan tanah, penggunaan pestisida didasarkan atas prinsip PHT, dan jumlah malai per satuan luas sebagai dasar peningkatan produksi.

Baik dalam program SRI maupun PTT, konsep dan strategi PHT dapat diterapkan karena salah satu prinsip PHT adalah budi daya tanaman sehat; bagaimanapun caranya, apakah dengan atau tanpa pupuk anorganik. Tanaman sehat dengan vigor kuat membuat tanaman relatif toleran terhadap OPT. Kedua program hanya berbeda dalam menyikapi penggunaan pestisida. Program SRI "mentabukan" pestisida, sedangkan program PTT masih menoleransi penggunaan pestisida dengan persyaratan yang ketat, sesuai dengan konsep dan strategi PHT. Sekali lagi, perlu ditegaskan bahwa dalam program PTT, penggunaan pestisida merupakan pilihan terakhir untuk mengatasi masalah OPT.

### Pertanian Organik di Lahan Intensif

Saat ini, pemerintah berupaya keras untuk mencapai target produksi komoditas pangan utama untuk memenuhi kebutuhan pangan bagi sebagian besar penduduk. Mengingat batasan pertanian organik yang memper-syaratkan tidak digunakannya pupuk anorganik dan pestisida kimia sintetis, serta lahan yang digunakan harus bebas dari residu kedua agrokimia tersebut, tampaknya usahatani pertanian organik sulit diwujudkan, kecuali di lokasi-lokasi yang sistem usahatani belum intensif. Alasannya, nutrisi, khususnya N yang terkandung dalam pupuk organik, tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Kandungan N pada kompos, misalnya, kurang 2% dibandingkan dengan urea yang kandungan N-nya 46%.

Selain itu, lahan pertanian umumnya sangat bergantung pada pupuk anorganik, sehingga dikhawatirkan produktivitas tanaman akan merosot dan target produksi tidak akan tercapai. Untuk menciptakan lahan pertanian organik diperlukan masa konversi cukup lama untuk mendaur ulang residu agrokimia, minimal 2 tahun (Badan Litbang Pertanian 2002). Oleh karena itu, selama program swasembada pangan utama belum tercapai dan dilanjutkan, pilihan yang tepat adalah usahatani pertanian organik rasional yang masih membenarkan penggunaan pupuk anorganik. Hal ini merupakan tantangan ke depan yang harus dihadapi, yakni bagaimana mencanangkan gerakan nasional penggunaan pupuk organik dan anorganik secara berimbang serta menurunkan proporsi penggunaan pupuk anorganik dengan meningkatkan penggunaan pupuk organik untuk memperbaiki kesuburan tanah. Selain itu, tantangan pertanian ke depan adalah bagaimana mendorong petani untuk menerapkan teknologi pertanian organik dengan sedapat mungkin memproduksi sendiri pupuk organik yang diproses dari limbah pertanian. Dengan demikian, produk yang dihasilkan diharapkan tetap aman bagi konsumen dan lingkungan, serta produktivitasnya mantap tinggi.

### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pertanian organik yang menekankan pada upaya meninggalkan pupuk kimia anorganik dan pestisida kimia sintetis di lahan intensif masih merupakan tantangan, mengingat sulitnya memenuhi persyaratan sertifikasi, khususnya untuk komoditas berpotensi ekspor. Oleh karena itu, selama program swasembada pangan belum tercapai dan dilanjutkan, pilihan yang tepat untuk lahan intensif adalah usahatani pertanian organik rasional. Ini berarti, usahatani tersebut masih membenarkan penggunaan pupuk anorganik secara seimbang dengan pupuk organik, serta membatasi penggunaan pestisida kimia berdasarkan kaidah ekonomi dan ekologi.

2. Pengelolaan ekosistem pertanian berdasarkan konsep dan strategi PHT yang diimplementasikan melalui PTT sejalan dengan konsep dan prinsip pertanian organik, sehingga PHT dapat digunakan sebagai pendekatan utama dalam mewujudkan pertanian organik rasional. Melalui pendekatan PHT yang pada dasarnya mengacu pada sistem alami dengan meminimalisasi masukan senyawa-senyawa kimia, dapat dihasilkan produk organik dan lingkungan hidup sehat.
3. Konsep dan strategi PHT dapat dikembangkan dalam mewujudkan pertanian organik melalui program PTT. Untuk itu, diperlukan kebijakan pemerintah tentang: a) penggunaan masukan bahan kimia, terutama pupuk dan pestisida yang rasional; b) sertifikasi, akreditasi, dan labelisasi sebagai kendali mutu produk yang menggunakan masukan organik; c) subsidi untuk pupuk organik dan pestisida hayati/nabati; dan d) upaya memperluas pelatihan *Internal Control System* (ICS) dalam program sertifikasi organik Indonesia bagi kelompok tani.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2007. Peluang peningkatan produktivitas kedelai di lahan sawah. *Iptek Tanaman Pangan* 2(2): 205-213.
- AOI. 2010. Statistik pertanian organik Indonesia 2010. Aliansi Organik Indonesia. 98p.
- Arifin, M. 1994. Economic injury level and sequential sampling technique for the common cutworm, *Spodoptera litura* (F.) on soybean. *Contr. Central Research Institute Food Crops Bogor* 82: 13-37.
- Badan Litbang Pertanian. 2002. Prospek pertanian organik di Indonesia. Badan Litbang Deptan. Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2010. Rencana strategis Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian tahun 2010-2014. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 142p.
- Baehaki S.E., Arifin K., dan D. Munawar. 2011. Peran varietas tahan dalam menurunkan populasi wereng coklat biotipe 4 pada tanaman padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(3):145-153.
- Bisnis.com. 2012. Produksi pangan: pemerintah revisi target 2012-2014. *Bisnis Indonesia*. <http://www.bisnis.com/articles/produksi-pangan-pemerintah-revisi-target-2012-2014> [20 Oktober 2012].
- European Commission. 2011. What is organic farming. Directorate General for Agriculture and Rural Development of the European Commission. [http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic\\_en](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic_en). [18 September 2011].
- Harwood, R.R. 1990. A History of sustainable agriculture in sustainable agricultural systems. p. 3-19. *In: Edwards et al.* (Eds). Ankeny IA: Soil and Water Conservation Society.
- IFOAM. 2009. The principles of organic agriculture. [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/principles/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html) [15 September 2011].
- Kesavan, P.C. and M.S. Swaminathan. 2006. From green revolution to evergreen revolution: pathways and terminologies. *Current Sci.* 91(2): 145-146.
- Marwoto, Subandi, T. Adisarwanto, Sudaryono, A. Kasno, S. Hardaningsih, D. Setyorini, dan M.M. Adie. 2009. Pedoman umum PTT kedelai. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 20p.
- Paull, J. 2010. From France to the world: the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). *Journal of Social Research & Policy* 1(2): 93-102.
- Pedigo, L.P. 1999. Entomology and pest management. 3rd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 691p.
- Pedigo, L.P. and L.G. Higley. 1992. The economic injury level concept and environmental quality. *American Entomologist* 38(1): 12-21.
- Muzaholic's Blog. 2010. Resistensi tanaman terhadap serangga hama. <http://muzaholic.wordpress.com/>
- Riyanto, A.T. dan Sudrajat. 2008. Lama hidup, keperidian, serta kemampuan *Curinus coeruleus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap *Bemisia tabaci* Gemmadius (Homoptera: Aleyrodidae). *Jurnal Agrikultura* 19(3): 167-172.
- Seran, T.H., S. Srikrishnah, and M.M.Z. Ahamed. 2010. Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). *The Journal of Agricultural Sciences* 5(2): 64-70.
- Shepard, B.M. 1980. Sequential sampling plans for soybean arthropods. p.79-93. *In Herzog (eds.)*. Sampling Methods in Soybean Entomology. Springer-Verlag, New York.
- Willer, H. and L. Kilcher. 2011. The world of organic agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. IFOAM, Bonn, and FiBL, Frick.
- Yussefi, M. and H. Willer. 2003. The world of organic agriculture Statistic and Future Prospects. IFOAM, Tholey-Theley.
- Zaini, Z. 2008. Memacu peningkatan produktivitas padi sawah melalui inovasi teknologi budi daya spesifik lokasi dalam era revolusi hijau lestari. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 2(1): 35-47.