

PROTOTYPE SISTEM INFORMASI SEBARAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN HORTIKULTURA

Prototype of Information System for Horticulture Pest and Disease Distribution

Erni Susanti¹, Elza Surmaini¹, Agus Buono², Mustafa², Nani Heryani¹

¹Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Jl. Tentara Pelajar No.1A, Bogor 16111
Telp. (0251) 8312760, Fax (0251) 8323909

²Institut Pertanian Bogor
E-mail: susanti_erni@yahoo.com

(Makalah diterima 5 Mei 2015 – Disetujui 4 Desember 2015)

ABSTRAK

Dampak perubahan iklim terhadap serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) diproyeksi meningkat di masa yang akan datang. Namun, sistem informasi operasional luas dan serangan intensitas hama utama pada tanaman hortikultura masih terbatas. Penelitian bertujuan untuk membangun prototipe sistem informasi yang dapat memberikan gambaran luas serangan dan wilayah OPT hortikultura secara spasial dan temporal, tepat waktu dan akurat. SIOPTHor merupakan sistem yang dapat melakukan penyimpanan, pengolahan, serta analisis data dan informasi mengenai OPT hortikultura. Data yang dikumpulkan adalah luas serangan OPT tanaman hortikultura (bawang merah, cabai merah, dan kentang) tingkat kecamatan di sentra produksi di Pulau Jawa. SIOPTHor dikembangkan menggunakan metode *Waterfall*. Metode ini memiliki lima tahapan utama, yaitu *Requirements Analysis*, *Design*, *Implementation/Coding*, *Testing/Verification*, dan *Deployment/Maintenance*. Perangkat lunak yang digunakan yaitu: 1) sistem operasi Microsoft Windows 7, 2) bahasa pemrograman C#, 3) *integrated development environment* Microsoft Visual Studio 2008, 4) sistem manajemen *basis data* Microsoft Access 2007, 5) sistem pemetaan MapWinGIS v.3, 6) perangkat lunak tambahan berupa *Collapsible Panel*, *Microsoft Chart for NET*, Adobe Photoshop *portable*. Prototipe sistem informasi SIOPTHor yang telah dibangun dapat menyajikan beberapa informasi yaitu 1) analisis distribusi serangan OPT menurut waktu, 2) analisis Top-k OPT di satu wilayah administratif, 3) analisis serangan terberat jenis OPT, dan 4) analisis sebaran indeks kerentanan OPT.

Kata kunci: hama dan penyakit hortikultura, sistem informasi, basis data, luas serangan

ABSTRACT

The impact of climate change on the outbreak plant pest and disease seems to be likely increased in the future. However, operational information system on the outbreak of pest and disease on horticulture crops which can provide an overview of outbreak and distribution pest both in space and time is still very limited. The objective of the study is to developed prototype information system for providing information regarding area of horticulture pest and disease outbreak both space and time punctually and accurately. SIOPTHor is the early stage study to meet information regarding distribution of pest and disease outbreak. SIOPTHor is developed to performed information system including storage, processing, and analysis of distribution of pest and disease of horticulture data both in space and time on spatial and temporal. Distribution pest and disease attack data on horticulture crops (onions, red peppers and potatoes) for main horticulture crop areas in sub district level of Java were provided by local plant protection stations (BTPPH).. SIOPTHor was developed using waterfall systems development methods. This method consist of five stages, namely requirements analysis, design, implementation/coding, testing/verification and deployment/ maintenance. The software platform used for developing the system includes: 1) operation system Microsoft Windows 7, 2) programming language C#, 3) integrated development environment Microsoft Visual Studio 2008, 4) database management system Microsoft Access 2007, 5) mapper MapWinGIS v.3, 6) and software utilities such as Collapsible Panel, Microsoft Chart for NET, and adobe photoshop portable. The results showed SIOPTHor information system display informations including:1) analysis of pest and disease distribution both in space and time, 2) the Top-k OPT analysis in sub district level, 3) The most severe pest outbreak, and 4) analysis of pest and disease vulnerable index.

Key words: pest and disease horticulture, information system, database, outbreak

PENDAHULUAN

Keragaman iklim mempengaruhi populasi dan penyebaran serangga sehingga dalam kurun waktu singkat menimbulkan ledakan populasi tertentu (Wiyono, 2007; Dale, 1994; Sunjaya, 1970 *dalam* Koesmaryono, 1985) dan berdampak terhadap kerusakan tanaman, terganggunya produktivitas dan penurunan pendapatan petani (Deka *et al.*, 2008; Fand *et al.*, 2012; Dewi, 2009). Berdasarkan penelitian Chen dan Mc Carl (2001) diketahui bahwa salah satu faktor yang menyebabkan ledakan populasi dan migrasi hama merupakan pengaruh dari menurunnya efektivitas pestisida sebagai dampak perubahan iklim. Perubahan iklim dapat berupa peningkatan suhu dan durasi curah hujan yang tidak menentu. Di samping itu, Cannon (1998) menjelaskan serangga hama akan berlimpah populasinya seiring dengan meningkatnya suhu melalui sejumlah proses yang saling terkait, termasuk perubahan siklus hidup serangga.

Data Kementerian Pertanian menunjukkan terjadinya peningkatan yang sangat signifikan serangan berbagai hama dan penyakit tanaman akibat kejadian iklim ekstrim. Sebagai contoh, selama tahun 1989-2010 terjadi peningkatan yang signifikan serangan hama wereng batang coklat (WBC) pada kejadian *La Nina* tahun 1998, 2005, dan 2010 (Susanti *et al.*, 2009; 2012). Hu *et al.* (2011) juga menyimpulkan bahwa kondisi musim panas yang lebih dingin dan musim gugur yang lebih hangat menyebabkan peningkatan serangan wereng batang coklat pada tanaman padi di Delta Sungai Yangtze, China. Selanjutnya dinyatakan meningkatnya serangan WBC pada akhir Agustus dan September menyebabkan kerusakan yang serius pada tanaman padi yang hampir panen.

Berbagai penelitian terdahulu menyatakan bahwa penyebab utama meningkatnya serangan hama pada berbagai komoditas adalah meningkatnya suhu udara. Menurut Parry (1990), peningkatan suhu udara 1°C akan memperluas serangan penggerek jagung. Peningkatan suhu 2°C di Inggris meningkatkan populasi sebesar 18-23 ekor/individu aphid dalam satu siklus hidup sehingga berpotensi meningkatkan populasi (Cannon, 1998; Hulle *et al.*, 2010). Hu *et al.* (2011) menyatakan peningkatan suhu udara 1.4°C pada musim gugur tahun 1990 menguntungkan perkembangan populasi WBC. Menurut Yamamura dan Kiritani (1998), Deka *et al.* (2008), Diffenbaugh *et al.* (2008), Petzoldt dan Seaman (2010), peningkatan suhu udara 2°C dapat mempercepat siklus hidup serangga sampai lima kali.

Di Indonesia, dampak perubahan iklim terhadap peningkatan frekuensi serangan OPT pada beberapa dekade terakhir makin terasa. Wiyono (2007) menyatakan tingkat kerusakan tanaman akibat hama dan penyakit di Indonesia makin besar. Sudarwohadi (2003) juga

menyatakan anomali cuaca meningkatkan serangan OPT pada tanaman sayuran. Menurut Moekasan *et al.* (2012), ulat bawang (*Spodoptera exigua*) merupakan salah satu OPT pada tanaman bawang merah yang menyerang sepanjang tahun, baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Jika tidak dikendalikan, serangan hama tersebut dapat menyebabkan kegagalan panen. Penyakit embun bulu pada bawang merah dan bawang daun yang disebabkan oleh cendawan *Peronospora destructor* merupakan penyakit paling merusak di dataran tinggi pada kejadian El Nino tahun 1997, namun pada tahun 2007 dan 2008 serangannya sangat rendah. Diduga suhu rata-rata bumi meningkat sehingga kondisi dataran tinggi pun menjadi lebih hangat. Menurut Setiawati (2002), saat terjadi anomali cuaca, serangan OPT kentang meningkat 40-100%.

IPCC (2014) *dalam Assessment Report 5* menyatakan dampak perubahan iklim akan terus berlangsung walaupun emisi gas rumah kaca dihentikan. Selanjutnya suhu permukaan diproyeksi akan meningkat pada abad ke-21, kejadian gelombang panas dan hujan ekstrim akan semakin meningkat frekuensi dan durasinya. Dengan kondisi tersebut diperkirakan terdapat kecenderungan serangan OPT akan meningkat frekuensi dan intensitasnya. Upaya adaptasi sangat diperlukan untuk mengurangi dampak dan mengelola risiko dengan pengambilan keputusan yang efektif. Oleh karena itu diperlukan sistem informasi untuk mengidentifikasi wilayah yang mengalami serangan OPT, dan menentukan wilayah berdasarkan tingkat keparahan serangan dengan input kondisi iklim aktual, seperti sistem informasi yang telah dikembangkan untuk WBC (Susanti, 2008).

Tanaman hortikultura selain mempunyai nilai ekonomi tinggi juga memerlukan biaya usahatani yang tinggi dan sangat rentan terhadap serangan OPT. Oleh karena itu, pengembangan sistem informasi sebaran OPT hortikultura diperlukan. Namun data pengamatan OPT tanaman hortikultura yang mencakup luas dan jenis serangan OPT serta tingkat kerusakan yang ditimbulkan masih sangat terbatas dalam ketepatan dan kecepatan ketersediaan data. Untuk mengetahui karakteristik serangan OPT akibat perubahan iklim diperlukan data pengamatan dalam periode panjang, sehingga dampak perubahannya dapat terlihat dan terkuantifikasi. Menurut Jeger dan Pautasso (2008) dan Fabre *et al.* (2011), data historis jangka panjang OPT dalam berbagai kondisi lingkungan dapat menunjukkan indikator perubahan lingkungan yang mempengaruhi hama dan penyakit tanaman.

Serangan OPT diamati oleh pengamat OPT (POPT) dengan selang waktu dua minggu pada tingkat kecamatan. Akan tetapi, data tersebut umumnya belum terkompilasi secara baik dan hanya tersedia untuk 5 tahun terakhir dalam bentuk tabular dan *hard copy*. Data tersebut dapat

ditingkatkan kualitasnya dan menjadi sistem informasi dinamika OPT *near-real time* apabila dapat diperbarui secara teratur dan kontinu. Penyusunan Sistem Informasi OPT Hortikultura (SIOPTHor) merupakan langkah awal dalam mengkompilasi data dan menyajikan informasi spasial dan temporal secara cepat. SIOPTHor juga dapat dikembangkan untuk peringatan dini luas serangan OPT dominan. Menurut Shaw dan Osborne (2011), seri data yang panjang akan menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan handal. Untuk itu, data yang terkait dampak perubahan lingkungan terhadap serangan OPT perlu dilengkapi dengan prediksi berdasarkan analisis dan pengetahuan para pakar (Roos *et al.*, 2010), serta model simulasi berbasis komputer.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun prototipe sistem informasi luas serangan OPT hortikultura secara spasial dan temporal secara cepat. Pada tahap awal sistem informasi dibangun di sentra produksi bawang merah, cabai merah dan kentang di Pulau Jawa dengan basis kecamatan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2010 melalui pengumpulan data luas serangan OPT tanaman hortikultura (bawang merah, cabai merah, dan kentang) berbasis kecamatan di sentra produksi di Pulau Jawa. Data luas serangan OPT dikumpulkan dari Laboratorium Pengamat Hama Penyakit (LPHP) atau Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) di Pulau Jawa.

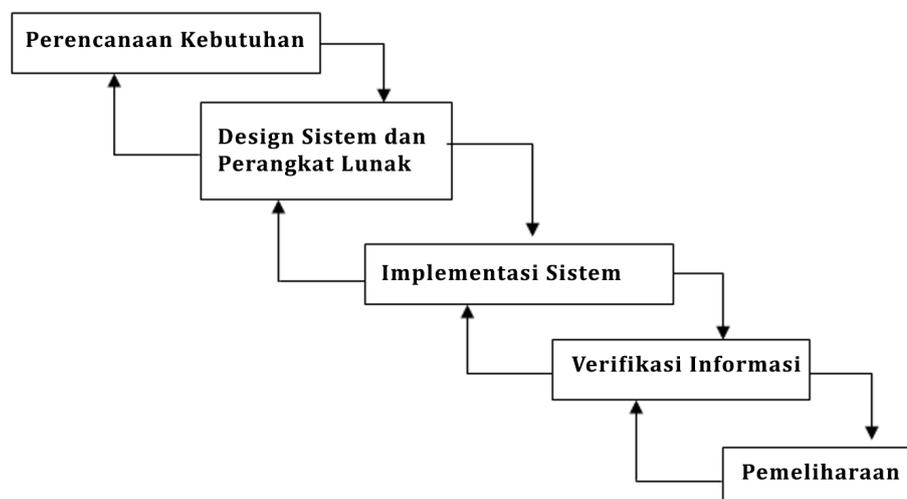
Data dan Perangkat Lunak yang Digunakan

Data yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu: 1) jenis dan luas serangan hama penyakit utama periode dua mingguan tahun 1990- 2009, 2) peta digital batas administrasi. Perangkat lunak yang digunakan yaitu: 1) Microsoft Access 2003 sebagai perangkat lunak database, 2) bahasa pemrograman C#, 3) *Integrated Development Environment* Microsoft Visual Studio 2008, 4) basis data Microsoft Access 2007, 5) sistem pemetaan MapWinGIS v.3, 6) perangkat lunak tambahan seperti *Collapsible Panel*, *Microsoft Chart for.NET*, dan 7) Adobe Photoshop Portable.

Metodologi

SIOPTHor dikembangkan menggunakan metode siklus hidup perangkat lunak sistem *Waterfall* (Pressman, 2005). Metode pengembangan sistem *Waterfall* terdiri atas lima tahapan utama, yaitu: 1) perencanaan kebutuhan, 2) design sistem dan perangkat lunak, 3) implementasi, 4) verifikasi, dan 5) pemeliharaan sistem dan perangkat lunak (Gambar1).

Dua bagian utama SIOPTHor, yaitu: 1) *summarization* data serangan OPT (distribusi luas serangan, K-TOP OPT dominan, dan serangan terberat dalam satu tahun) dan 2) indeks kerentanan. *Summarization* data serangan OPT dihitung langsung oleh sistem berdasarkan basis data, sedangkan analisis indeks kerentanan dilakukan di luar sistem, kemudian hasil analisis dimasukkan ke dalam sistem SIOPTHor.



Gambar 1. Siklus hidup perangkat lunak sistem *waterfall* (Presmann, 2005)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan SIOPTHor

Pengembangan SIOPTHor menggunakan sistem *Waterfall* (Pressman, 2005) yang terdiri lima tahapan utama. Setiap tahapan pengembangan sistem dijelaskan sebagai berikut:

Perencanaan Kebutuhan (*Requirements Analysis*)

Pada tahap ini dilakukan analisis/rencana kebutuhan fungsional sistem. Kebutuhan fungsional sistem dirumuskan dari tujuan penelitian tentang OPT hortikultura pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, serta ketersediaan data luas serangan OPT dari kecamatan-kecamatan di Pulau Jawa. Dari hasil perumusan ini, didapatkan kebutuhan fungsional sistem sebagai berikut:

1. Sistem dapat menampilkan data sebaran serangan OPT berbasis kecamatan di Pulau Jawa, berdasarkan pilihan masukan jenis komoditas, OPT, tahun, dan bulan. Masukan bulan bersifat opsional, dan dapat dipilih “semua bulan” untuk melihat data sebaran serangan OPT selama satu tahun tertentu. Dari pilihan masukan yang diberikan, sistem menampilkan data nilai luas keadaan serangan/luas tambah serangan sesuai ketersediaan data dalam bentuk tabel. Dimungkinkan pula untuk menampilkan visualisasi data pada peta, untuk kemudahan pengguna.
2. Sistem dapat melakukan analisis top k OPT (luas serangan tertinggi ke 1,2,3, ...), dengan jumlah keadaan serangan/jumlah tambah serangan terbesar pada jenis komoditas, tahun serta kecamatan tertentu. Hasilnya dapat ditampilkan ke dalam tabel

yang menunjukkan nama OPT serta luas serangan/ jumlah tambah serangan secara menurun mulai dari nilai yang terbesar.

3. Sistem dapat melakukan analisis untuk menentukan bulan serangan terberat sepanjang tahun dari setiap OPT komoditas tertentu pada kecamatan tertentu, berdasarkan nilai rata-rata luas serangan maupun rata-rata luas tambah serangan. Nilai ini dihitung dari rata-rata nilai luas serangan/luas tambah serangan pada setiap bulan untuk seluruh tahun yang tersedia pada data OPT. Selain itu, representasi data rata-rata luas serangan/luas tambah serangan dapat ditampilkan pada grafik/chart.
4. Sistem dapat melakukan analisis untuk menentukan nilai kerentanan serangan OPT tertentu pada komoditas tertentu di setiap kabupaten. Nilai kerentanan dihitung dengan statistik intensitas, frekuensi, dan tren serangan. Hasilnya adalah indeks kerentanan pada tingkat kabupaten terserang OPT tertentu berdasarkan data serangan sebelumnya. Selain ditampilkan dalam bentuk tabular, indeks kerentanan juga dapat ditampilkan pada peta.

Design

Berdasarkan rancangan kebutuhan fungsional yang dijelaskan sebelumnya, maka pada tahap ini dibuat tabel dekomposisi fungsional yang mengenumerasi dan menjelaskan secara lebih detail fungsionalitas utama pada sistem (Tabel 1).

Implementasi Desain

Untuk mengimplementasikan rancangan fungsional tersebut, dibuat rancangan basis data yang mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan fungsional dan sesuai dengan struktur data yang tersedia. Rancangan

Tabel 1. Dekomposisi fungsional SIOPTHor

Kode Fungsi	Nama	Deskripsi	Input	Output
F01	Analisis distribusi serangan	Fungsi ini menampilkan data sebaran serangan OPT tertentu berdasarkan luas keadaan/luas tambah serangan pada periode tertentu	- Jenis Komoditas - Jenis OPT - Tahun - Bulan (opsional)	Luas tambah serangan & luas keadaan serangan
F02	Analisis top-k OPT	Fungsi ini akan menentukan (satu atau lebih) OPT dengan luas serangan paling besar untuk komoditas tertentu pada area/kecamatan tertentu pada tahun tertentu	- Komoditas - Tahun - Kecamatan - Jenis OPT yang teridentifikasi, k	k OPT dengan luas serangan paling besar

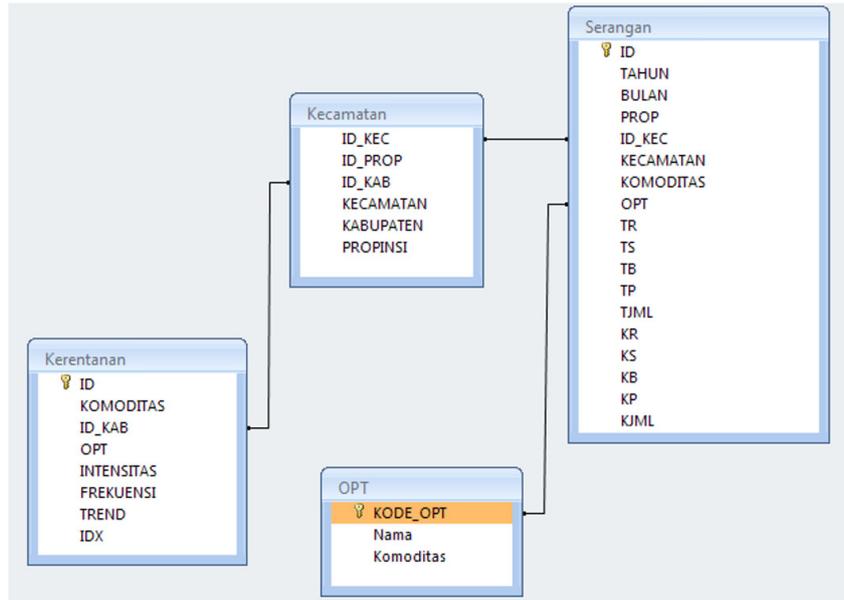
Tabel 1. Dekomposisi fungsional SIOPTHor

Kode Fungsi	Nama	Deskripsi	Input	Output
F03	Analisis serangan terberat	Menghitung dan menentukan rata-rata luas serangan setiap bulan pada semua tahun yang tersedia pada data untuk jenis OPT tertentu. Dari nilai ini, dapat ditentukan, bulan apa yang menjadi bulan dengan rata-rata luas serangan terberat	- Jenis komoditas - Jenis OPT - Kecamatan	Rata-rata luas serangan OPT setiap bulan pada kecamatan yang dipilih
F04	Analisis indeks kerentanan	Menghitung nilai indeks kerentanan serangan OPT tertentu dari setiap kabupaten berdasarkan data serangan sebelumnya, melihat dari tiga komponen: intensitas, frekuensi dan trend serangan	- Jenis komoditas - Jenis OPT	- Indeks kerentanan - Intensitas - Frekuensi - Trend
F01.1	Visualisasi distribusi Serangan	Menampilkan sebaran serangan OPT pada kecamatan-kecamatan di Pulau Jawa menggunakan peta. Nilai serangan akan ditunjukkan dengan warna area pada peta	- Data sebaran serangan OPT	Tampilan visualisasi pada peta
F03.1	Grafik serangan terberat per bulan	Menampilkan data hasil rata-rata serangan perbulan OPT dalam grafik <i>bar chart</i>	- Data rata-rata serangan hasil perhitungan fungsi F03	Tampilan grafik <i>bar chart</i>
F04.1	Fungsi visualisasi indeks kerentanan	Menampilkan data indeks kerentanan menggunakan peta. Nilai indeks kerentanan akan diwakili dengan perbedaan warna area pada peta	- Data indeks kerentanan hasil perhitungan fungsi F04	Tampilan visualisasi pada peta

basis data ini dituangkan ke dalam bentuk *Entity Relationship Diagram* (ERD), seperti ditampilkan pada Gambar 2.

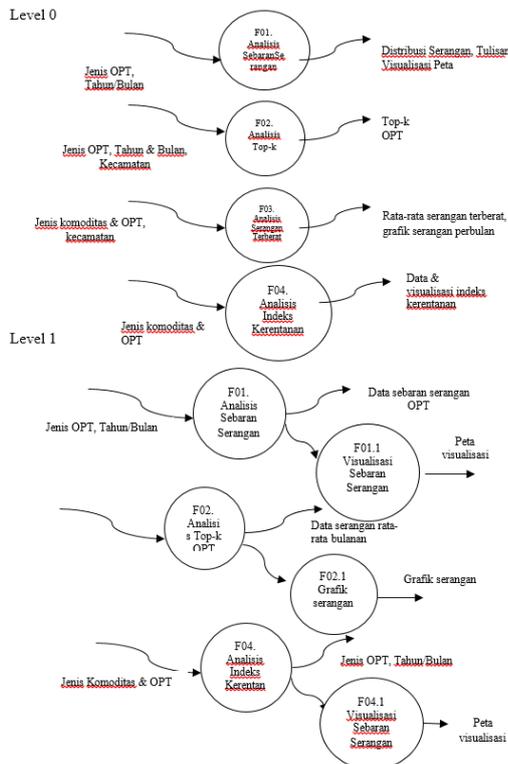
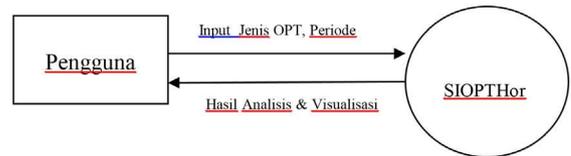
Terdapat empat entitas yang tersedia untuk menampung data dan memenuhi kebutuhan fungsional sistem, yaitu:

1. Kecamatan: memiliki enam atribut, yaitu ID_KEC, ID_KAB, ID_PROP, Kecamatan, Kabupaten, Propinsi. Data pada entitas ini hanya menyimpan informasi kode dan nama setiap kecamatan, kabupaten, dan provinsi di Pulau Jawa.
2. OPT: memiliki tiga atribut, yaitu: KODE_OPT, Nama OPT dan Jenis Komoditas. Entitas ini menyimpan data identitas setiap OPT dan jenis komoditas yang diserangnya.
3. Serangan: memiliki 18 atribut, mulai dari ID serangan sampai nilai KJML seperti tertera pada Gambar 2. Entitas ini menyimpan data serangan OPT pada setiap kecamatan di Pulau Jawa untuk tiga komoditas (Bawang, Kentang & Cabai) selama
4. Kerentanan: memiliki delapan atribut yaitu ID, Komoditas, ID_KAB, OPT, Intensitas, Frekuensi, Tren dan Indeks Kerentanan (IDX). Entitas ini menyimpan hasil analisis kerentanan serangan OPT pada setiap kabupaten yang disimpan dalam empat atribut yaitu Intensitas, Frekuensi, Tren dan IDX. Untuk merealisasikan fungsionalitas yang dibutuhkan, diperlukan rancangan alur data sistem yang biasa dituangkan dalam bentuk *Data Flow Diagram* (DFD), seperti disajikan pada Gambar 3. Pada diagram DFD dapat dilihat alur data untuk setiap fungsionalitas sistem yang telah dijelaskan pada bagian tabel dekomposisi fungsional sistem.



Gambar 2. Diagram hubungan antarentitas

Pada tahap implementasi dibangun sistem menggunakan beberapa perangkat lunak, untuk sistem operasi adalah Microsoft Windows 7, Bahasa Pemrograman: C#, *Integrated Development Environment: Microsoft Visual Studio 2008*, untuk basis data: *Microsoft Access 2007*. Untuk sistem pemetaan adalah *MapWinGIS v.3*. Perangkat lunak tambahan adalah *Collapsible Panel*, *Microsoft Chart for .NET*, dan *Adobe Photoshop Portable*.



Gambar 3. Data Flow Diagram (DFD)

Dalam pengembangan sistem digunakan arsitektur pengembangan berorientasi obyek/*object oriented programming* (OOP) banyak digunakan saat ini untuk pengembangan perangkat lunak, baik yang berbasis *desktop*, *web* maupun *mobile*. Lingkungan pengembangan yang dipilih adalah *Visual Studio 2008* yang merupakan versi terbaru lingkungan pengembangan perangkat lunak dari Microsoft. Sistem ini bergantung pada *library.NET* yang merupakan kumpulan fungsionalitas umum yang biasa digunakan untuk pengembangan sistem yang telah disediakan oleh Microsoft untuk memudahkan pengembangan sistem yang *robust* dan berkualitas.

Untuk menghasilkan aplikasi yang dapat di-*install* dan dijalankan pada sebuah sistem komputer, pengembangan sistem dilengkapi dengan komponen instalasi/*setup*. Komponen instalasi dibuat dengan *Microsoft Software Installer* (MSI) yang juga merupakan bagian dari *Visual Studio*. Hasilnya adalah file *executable* (*setup.exe*) yang dapat digunakan dan dijalankan untuk instalasi pada komputer target. Komputer target idealnya memiliki spesifikasi minimal sebagai berikut: 1) Sistem Operasi: Windows XP SP3 atau lebih tinggi, 2) *Processor*: Pentium/kompatibel, 1GHZ atau lebih, 3) *Memory*: 512 MB DDR, dan 4) Ruang kosong *hard disk*: 200MB.

Verifikasi dan Pemeliharaan

Pada tahapan verifikasi dilakukan pengujian semua fungsi-fungsi yang telah diimplementasikan pada tahap *Implementation*. Pengujian dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *Blackbox* dan *Whitebox*. Metode *Blackbox* menguji setiap fungsionalitas yang telah diimplementasikan, kemudian memberikan beberapa skenario masukan kepada sistem, dan melihat *output* yang ditampilkan, apakah sesuai dengan spesifikasi fungsionalitas hasil rancangan pada tahap *Analysis* dan *Design*.

Metode *Whitebox* memberikan beberapa skenario masukan kepada sistem, kemudian melakukan penelusuran terhadap pemrosesan input sesuai

dengan rancangan DFD yang telah dibuat. Secara teknik, pengujian dengan metode *Whitebox* biasanya menggunakan fitur *debugging* yang disediakan oleh *Visual Studio*.

Selain pengujian secara fungsionalitas, dilakukan pula evaluasi terhadap komponen non-fungsionalitas dari sistem, antara lain kesesuaian serta kerapihan antarmuka dan kemudahan penggunaan sistem. Hasil dari evaluasi ini digunakan untuk perbaikan lebih lanjut sistem.

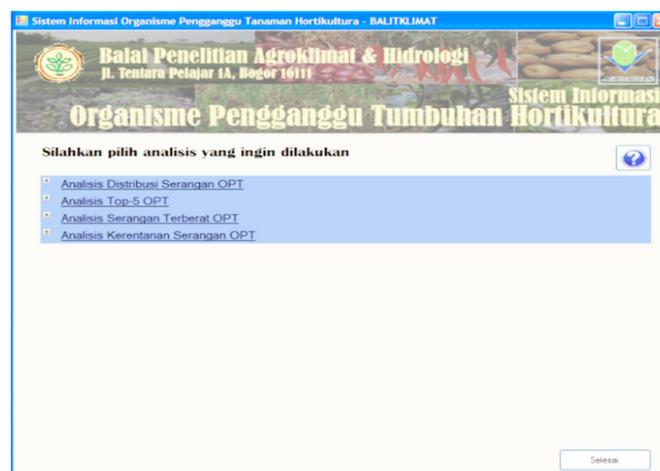
Pada tahap akhir pengujian dilakukan instalasi sistem pada komputer target yang berbeda dengan komputer yang digunakan sebagai lingkungan pengembangan, untuk memastikan sistem dapat ter-*install* dan dijalankan dengan baik pada komputer dengan spesifikasi yang berbeda-beda.

Prototipe SIOPTHor

SIOPTHor menghimpun data-data pengamatan OPT dalam suatu database yang terstruktur sehingga dapat memberikan informasi dengan cepat. Gambar 4 adalah antarmuka SIOPTHor. Pada antarmuka tersebut terdapat empat analisis utama yang dapat ditampilkan sebagai informasi, yaitu: 1) analisis distribusi serangan OPT menurut waktu, 2) analisis Top-k OPT dominan di satu wilayah administratif, 3) analisis serangan terberat menurut jenis OPT, dan 4) analisis kerentanan/kerawanan OPT. Sistem informasi ini akan menjadi langkah awal dalam sistem peringatan dini serangan OPT pada tanaman hortikultura berbasis informasi iklim. Informasi yang diperoleh dari hasil penyusunan sistem informasi dapat disajikan dalam bentuk tabular, grafik, dan dalam bentuk spasial.

1. Informasi distribusi serangan OPT

Analisis distribusi serangan OPT dilakukan dengan memilih jenis komoditas, jenis OPT, tahun dan bulan kejadian, kemudian sistem akan menyajikan informasi



Gambar 4. Muka sistem informasi analisis serangan OPT hortikultura

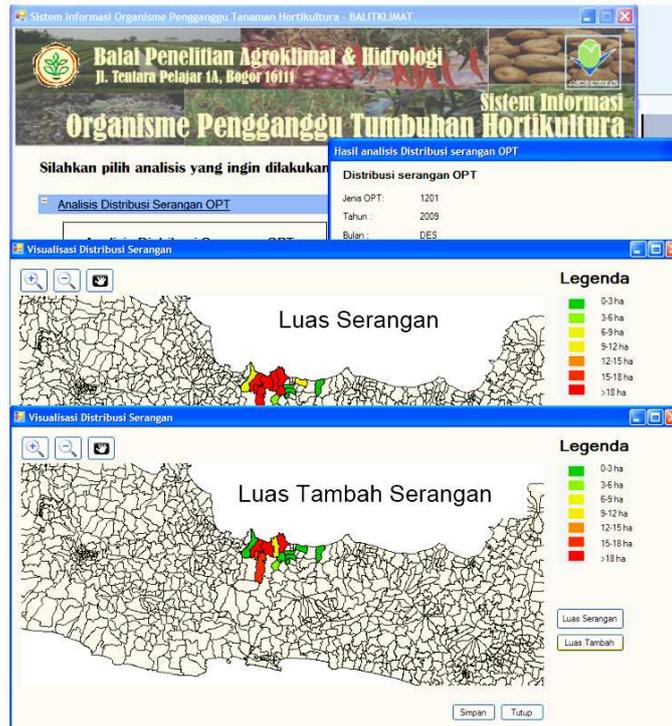
luas serangan dan distribusi spasialnya seperti pada Gambar 5. Informasi tersebut menyajikan sebaran distribusi spasial luas serangan pada periode tertentu dan bermanfaat untuk mengetahui wilayah-wilayah yang luas serangannya tinggi sehingga memerlukan perhatian khusus dalam pengendalian OPT.

2. Informasi top-k OPT

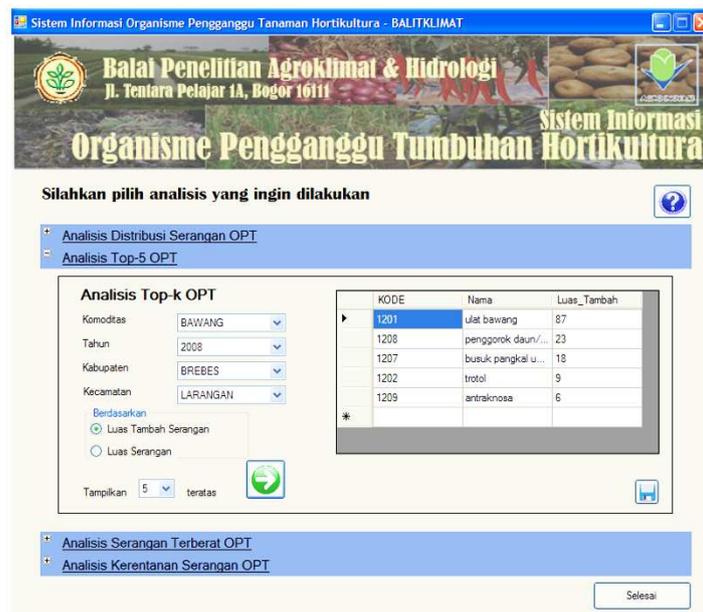
Analisis Top-k OPT dominan di satu wilayah administratif, menyajikan informasi OPT dominan dari

jenis komoditas tertentu (bawang merah, kentang, cabai merah) pada batas administrasi tertentu.

Analisis ini memudahkan pengguna mengetahui secara cepat OPT dominan dari setiap komoditas di setiap wilayah pada setiap tahun, karena OPT dominan di setiap lokasi pada setiap tahun berbeda-beda. Analisis lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengetahui penyebab berkembangnya OPT, apakah karena pengaruh faktor iklim/lingkungan, musuh alami, atau pengelolannya. Pada Tabel 2 dan 3 dapat dilihat OPT dominan pada tanaman bawang merah di Kecamatan Larangan dan



Gambar 5. Tampilan tampak muka analisis distribusi serangan OPT



Gambar 6. Tampak muka Analisis Top-k OPT

Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes.

Pada kedua tabel ini dapat dilihat perubahan dominansi OPT, dimana OPT yang awalnya tidak dominan namun saat ini dominan, dan sebaliknya. Di Kecamatan Larangan, Kabupaten Brebes, ulat grayak sebelum tahun

1998 bukan merupakan OPT dominan tetapi pada tahun 1998 termasuk dominan ke-2. Demikian juga hama penggorok daun, mulai muncul pada tahun 1999 (OPT No.4), tetapi pada tahun 2001 menjadi OPT No.1, dan tahun-tahun berikutnya menjadi OPT No.2. Sebaliknya

Tabel 2. OPT Dominan Pada bawang merah di Kecamatan Larangan, Kabupaten Brebes

Tahun	Opt dominan pada bawang merah				
	1	2	3	4	5
1993	krapak	ulat bawang	trotol		
1994	ulat bawang	trotol	krapak	busuk pangkal umbi	
1995	trotol	krapak	ulat bawang	busuk pangkal umbi	
1996	ulat bawang	trotol	krapak		
1997	ulat bawang	trotol	krapak		
1998	trotol	ulat grayak	busuk pangkal umbi	ulat bawang	
1999	krapak	trotol	ulat grayak	penggorok daun	
2000	ulat bawang	trotol	embun buluk	busuk pangkal umbi	antraknosa
2001	penggorok daun	antraknosa	krapak	ulat bawang	busuk pangkal umbi
2002	ulat bawang	trotol	penggorok daun	antraknosa	busuk pangkal umbi
2003	ulat bawang	penggorok daun	antraknosa	trotol	busuk pangkal umbi
2004	ulat bawang	penggorok daun	antraknosa	busuk pangkal umbi	trotol
2005	ulat bawang	busuk pangkal umbi	penggorok daun	antraknosa	
2006	ulat bawang	trotol	penggorok daun	busuk pangkal umbi	antraknosa
2007	ulat bawang	penggorok daun	antraknosa	trotol	busuk pangkal umbi
2008	ulat bawang	penggorok daun	busuk pangkal umbi	trotol	antraknosa
2009	trotol	penggorok daun	ulat bawang	antraknosa	

Tabel 3. OPT dominan pada bawang merah di Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes

Tahun	Opt dominan bawang merah				
	1	2	3	4	5
1993	ulat bawang	trotol	embun buluk		
1994	ulat bawang	trotol	embun buluk	busuk pangkal umbi	mati pucuk
1995	ulat bawang	trotol			
1996	ulat bawang	trotol	busuk pangkal umbi		
1997	ulat bawang	trotol	busuk pangkal umbi	antraknosa	embun buluk
1998	trotol	ulat bawang	ulat grayak		
1999	trotol	ulat grayak	ulat bawang	busuk pangkal umbi	
2000	ulat bawang	penggorok daun	trotol	busuk pangkal umbi	
2001	penggorok daun	ulat bawang	trotol	busuk pangkal umbi	antraknosa
2002	ulat bawang	penggorok daun	trotol	antraknosa	busuk pangkal umbi
2003	ulat bawang	trotol	penggorok daun		
2004	ulat bawang	trotol	busuk pangkal umbi	penggorok daun	antraknosa
2005	ulat bawang	trotol	busuk pangkal umbi	penggorok daun	
2006	trotol	ulat bawang	busuk pangkal umbi	penggorok daun	
2007	ulat bawang	trotol	penggorok daun	busuk pangkal umbi	
2008	trotol	ulat bawang	busuk pangkal umbi	embun buluk	penggorok daun
2009	ulat bawang	trotol	penggorok daun	busuk pangkal umbi	embun buluk

OPT krapak, menyerang tanaman pada tahun 1993-1997, kemudian menghilang.

Di Kecamatan Brebes OPT embun buluk muncul pada periode 1993-1997 kemudian menghilang dan muncul kembali pada tahun 2008. Keberadaan jenis OPT tentu dipengaruhi pula oleh tanaman inang, musuh alami, hama itu sendiri, dan lingkungan. Hasil dari analisis top-k OPT dominan dapat diteliti lebih lanjut untuk mengetahui faktor yang menentukan keberadaan OPT tertentu disuatu tempat.

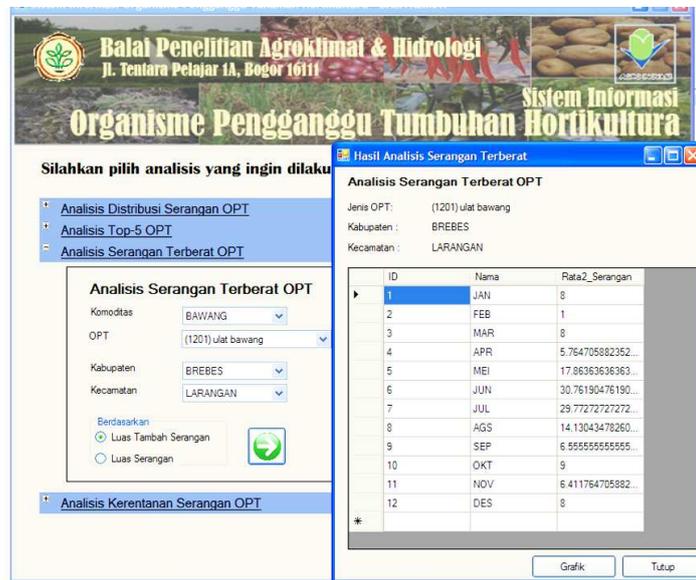
3. Informasi serangan terberat

Analisis serangan terberat menyajikan informasi rata-rata bulanan luas serangan dan luas tambah serangan suatu jenis OPT. Pada Gambar 7 disajikan Tampak muka

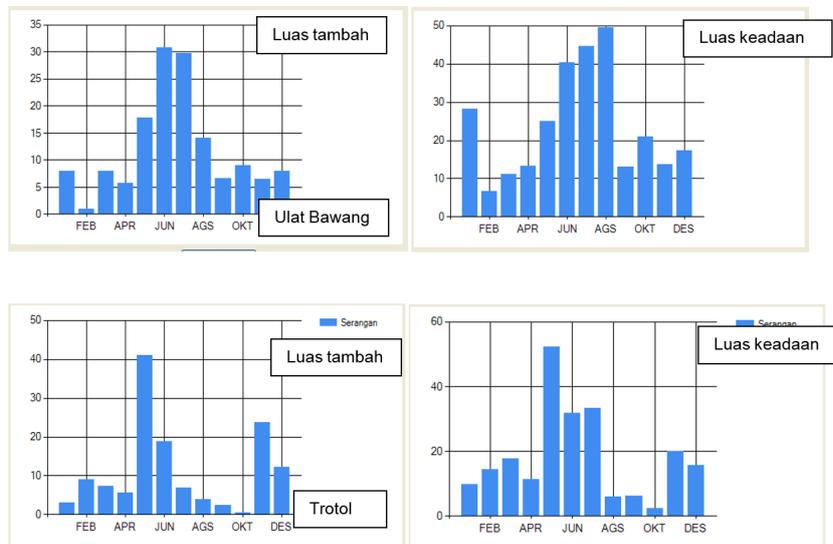
analisis serangan terberat OPT dan hasil analisisnya ditampilkan dalam bentuk grafik seperti disajikan pada Gambar 8.

Informasi ini memberikan gambaran distribusi serangan suatu jenis OPT dalam satu tahun, sehingga dapat diketahui puncak serangannya. Dari Gambar 7 diketahui bahwa pada Kecamatan Larangan, Kabupaten Brebes, OPT ulat bawang banyak menyerang pada bulan April-September dan serangan tertinggi pada bulan Juni-Juli. Informasi ini juga bermanfaat untuk penyediaan saprotan.

Waktu serangan terberat setiap jenis OPT sangat bervariasi. Contoh ulat bawang, puncak serangan terjadi pada Juli-Agustus sedangkan, puncak serangan trotol pada bulan Mei. Apakah fenomena ini berkaitan dengan musim/iklim masih perlu diteliti lebih lanjut.



Gambar 7. Tampak muka analisis serangan terberat OPT



Gambar 8. Diagram luas serangan terberat OPT Ulat Bawang dan Trotol pada tanaman bawang merah di Kecamatan Larangan Kabupaten Brebes

4. Informasi sebaran indeks kerentanan OPT

Informasi indeks kerentanan OPT menyajikan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap OPT tertentu. Indeks kerentanan dihitung di luar sistem berdasarkan luas serangan dengan tiga indikator penentu kerentanan: 1) frekuensi serangan, yaitu banyaknya tahun kejadian dari semua tahun ketersediaan data, 2) intensitas serangan, yaitu rata-rata luas serangan, dan 3) tren serangan, yaitu pertambahan luas serangan setiap tahun. Penentuan indeks berdasar tiga indikator tersebut akan diformulasikan dengan pendekatan *fuzzy*, menggunakan *Fuzzy Inference System*. Hal ini dimaksudkan agar indeks yang dihasilkan mengikuti pola nalar yang dimiliki pakar. Makin tinggi nilai indeks kerentanan makin rentan wilayah tersebut terserang OPT tertentu.

Tampak muka analisis kerentanan serangan OPT dalam sistem disajikan pada Gambar 9. Warna makin ke arah kuning menunjukkan indeks kerentanan makin tinggi. Kerentanan terhadap ulat bawang terlihat di Kabupaten Brebes, Tegal, Probolinggo.

Prototipe SIOPTHor merupakan salah satu sistem informasi sebaran hama tanaman hortikultura yang berkembang sampai saat ini. Berbeda dengan sistem informasi sebaran hama penyakit tanaman pangan yang telah lebih dulu dikembangkan. Informasi sebaran hama dan penyakit tanaman pangan yang dikembangkan, oleh BPPT bekerja sama dengan BBOPT menggunakan Nusantara *Earth Observation Network* (NEOnet), atau berbasis *mobile computing* (Harisno *et al.*, 2011), dan berbasis sistem informasi geografis untuk wereng batang coklat (Susanti *et al.*, 2009), dan penggerek buah kakao untuk tanaman perkebunan (Asrul *et al.*, 2013). SIOPTHor dapat dikembangkan lebih lanjut mengingat komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomi tinggi sangat beragam dengan jenis hama dan penyakit yang juga beragam.

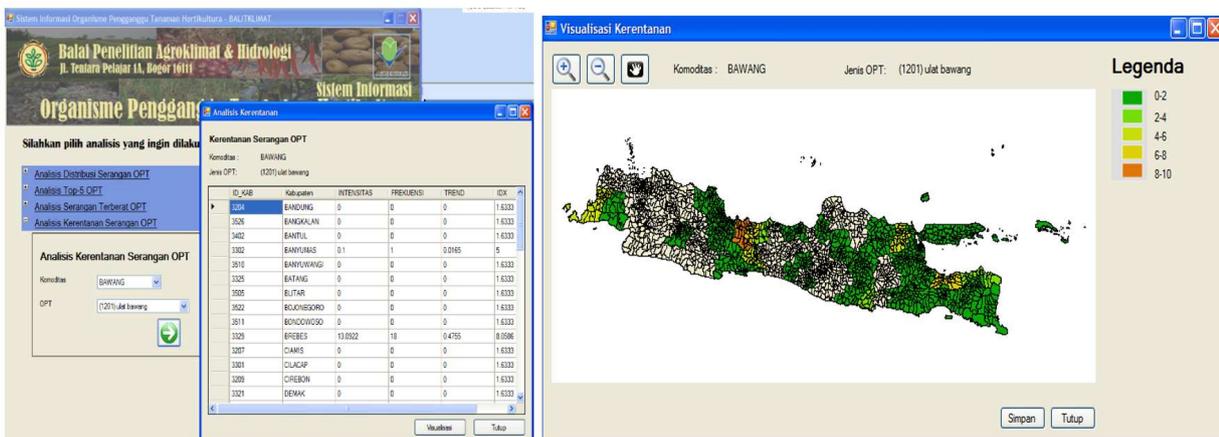
KESIMPULAN

SIOPTHor merupakan sistem informasi yang mengompilasi data pengamatan luas serangan OPT pada tanaman bawang merah, kentang dan cabai merah dalam basis data yang terstruktur. SIOPTHor dapat membantu pengguna memperoleh informasi dengan cepat dan tepat mengenai: 1) distribusi luas serangan OPT, 2) OPT dominan pada komoditas bawang merah, kentang, dan cabai merah di setiap kecamatan, 3) periode luas serangan terberat, dan 4) tingkat kerentanan wilayah terhadap serangan OPT tertentu. Informasi SIOPTHor merupakan informasi dini yang dapat digunakan sebagai bahan analisis lebih lanjut dalam membuat kebijakan pengendalian OPT yang tepat.

SIOPTHor dapat terus dikembangkan yang dilengkapi dengan informasi iklim dan model hubungan serangan OPT dengan iklim sehingga dapat dijadikan sistem peringatan dini serangan OPT berbasis iklim, yang dapat digunakan sebagai upaya adaptasi terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrul, L., N. Agus, Baharuddin, dan A. Molla, 2013. Aplikasi sistem informasi geografis untuk pemetaan wilayah sebaran hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha C Ramerela*) di Kabupaten Luwu. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Hasanuddin.
- Cannon, R.J.C. 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indegenous species. *Global Change Biology* 4:785-796.
- Chen, C.C. and McCarl, B.A. 2001. An investigation of the relationship between pesticide usage and climate change. *Climatic Change* 50: 475-487.



Gambar 9. Tampak muka analisis kerentanan serangan OPT dan tampilan wilayah kerentanan untuk ulat bawang

- Dale, D. 1994. Insect pest of the rice plant. Their biology and ecology. Di dalam: Heinrichs EA, Eastern W, editor. *Biology and Management of Rice Insects*. IRRI. New Delhi. p. 363-485.
- Deka, S., K. Byjesh, U. Kumar, and R. Choudhary. 2008. Climate change and impacts on crop pests- a critique. *ISPRS Archives XXXVIII-8/W3 Workshop Proceedings: Impact of climate change on Agriculture*. p.147-149.
- Dewi, P.P. 2009. Climate change impacts on tropical agriculture and the potential of organic agriculture to overcome these impacts. *Asian Journal of Food and Agro-Industry 2009*. (www.ajofai.info). Special Issue, S10-S17.
- Diffenbaugh, N.S., C.H. Krupke, M.A. White, and C.E. Alexander. 2008. Global warming presents new challenges for maize pest management. *Env.Res. Letter 3*: 1-9.
- Fabre, B., D. Piou, M.-L.Desprez-Loustau, and B. Marçais. 2011. Can the emergence of pine Diplodia shoot blight in France be explained by changes in pathogen pressure linked to climate change? *Global Change Biology 17* : 3218–3227.
- Fand, B.B., A. L. Kamble, and M. Kumar. 2012. Will climate change pose serious threat to crop pest management: A critical review?. *International Journal of Scientific and Research publications 2* (11): 1-14.
- Harisno, W. Apriyani, Y. Herman, dan Tono. 2011. Sistem informasi peringatan dini hama dan penyakit tanaman pangan berbasis mobile computing. *Comtech 2*:968-976.
- Hu, G., X.N. Cheng, G.J. Qi, F.Y. Wang, F. Lu, X.X. Zhang and B.P. Zhai. 2011. Rice planting systems, global warming and outbreaks of *Nilaparvata lugens* (Stål). *Bulletin of Entomological Research 101*: 187–199.
- Hulle, M., A. Coeur d'Acier, S. Bankhead –Dronnet, and Harrington, R. 2010. Aphids in the face of global changes. *Comptes Rendus Biologies 333*:497-503.
- Jeger, M. J. and M. Pautasso. 2008. Plant disease and global change—the importance of long-term data sets. *New Phytologist 177*: 8–11.
- Koesmaryono, Y. 1985. Biologi kutudaun gandum *Rhopalosiphum padi* Linnaeus (Homoptera: Aphididae) di dua habitat dengan iklim yang berbeda. Tesis. Fakultas Pertanian, Insitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Moekasan, T.K., R. S. Basuki, dan L. Prabaningrum. 2012. Penerapan ambang pengendalian organisme pengganggu tumbuhan pada budidaya bawang merah dalam upaya mengurangi penggunaan pestisida. *J.Hort. 22* (1): 47-56.
- Parry, M. L. 1990. *Climate Change And World Agriculture*. London: Earthscan Publications.
- Petzoldt, C and A. Seaman. 2010. Climate change effect on insect and pathogens. Climate change and profitable respons. Available at <http://www.climateand farming.org/pdfs/FactSheets/III.2Insects.Patogens.pdf>.
- Pressman, R. S. 2005. *Software Engineering: A: Practitioner's Approach*. Sixth Edition. New York. McGraw Hill.
- Roos, J., R.Hopkins, A.Kvarnheden, and C. Dixelius. 2010. The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden. *European Journal of Plant Pathology 129*: 9–19.
- Shaw, M.W. and T.M. Osborne. 2011. Geographic distribution of plant pathogens in response to climate change. *Plant Pathology 60*: 31–43.
- Sudarwohadi, R.S.B. 2003. Identifikasi, Karakterisasi Dan Penanggulangan Masalah-Masalah Kritis Pembangunan Sayuran. Laporan Tengah Tahun Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Susanti, E., F. Ramadhani, T. June, dan I. Amien. 2009. Pemanfaatan Informasi Iklim Untuk Pengembangan Sistem Peringatan Dini Luas Serangan WBC Pada Pertanaman Padi. *Jurnal Tanah dan Iklim 30* : 47-58.
- Susanti E., E. Surmaini, dan Y. Sarfina. 2012. Dinamika organisme pengganggu tumbuhan (opt) dominan pada pertanaman bawang merah. Prosiding Seminar Nasional Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Banjarbaru 13-14 Juli 2011.
- [IPCC] The Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. *Climate Change 2014 Synthesis Report*. Working Group 1 AR5. IPCC.
- Wiyono, S. 2007. Perubahan Iklim dan Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman. Makalah disampaikan pada Seminar Sehari tentang Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim: Tantangan Masa Depan Indonesia, Diselenggarakan Oleh KEHATI, Jakarta 28 Juni 2007.
- Yamamura, K. and K. Kiritani. 1998. A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperate zones. *Appl. Ent. and Zool. 33*:289-298.