

Parameter Iklim sebagai Indikator Peringatan Dini Serangan Hama Penyakit Tanaman

Climate Parameters as Indicators of Early Warning Attack on Pest and Diseases of Plant

Erni Susanti, Elza Surmaini, dan Woro Estiningtyas

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Jalan Tentara Pelajar No. 1A, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: susanti_erni@yahoo.com

Diterima 12 Desember 2018, Direview 11 Maret 2019, Disetujui dimuat 3 Juli 2019, Direview oleh Ai Dariah dan Umi Haryati

Abstrak. Efek negatif pemanasan global akan mempengaruhi sebagian besar organisme hidup termasuk hama penyakit tanaman. Variabel iklim seperti suhu, curah hujan, kelembaban, dan atmosfer gas akan berinteraksi dengan makhluk hidup/tanaman dengan berbagai cara dengan mekanisme yang beragam. Perubahan suhu dan konsentrasi CO₂ mempengaruhi makhluk hidup/tanaman secara langsung dalam hal jaringan dan alokasi fotosintesis organ spesifik dan secara tidak langsung melalui perubahan distribusi geografis dan dinamika populasi hama penyakit tanaman. Peningkatan suhu akan menyebabkan serangga/hama menjadi lebih berlimpah, ada kaitan kuat antara ledakan (*outbreak*) hama penyakit tanaman dengan variabilitas iklim. Model hubungan parameter iklim dengan serangan hama penyakit tanaman dapat digunakan sebagai teknologi adaptasi peringatan dini untuk mencegah terjadinya serangan hama penyakit tanaman, agar kehilangan hasil tanaman dapat ditekan. Konsep tulisan ini adalah pentingnya membangun peringatan dini serangan OPT berbasis model persamaan iklim dengan serangan OPT, sehingga data prediksi iklim dapat dimanfaatkan, dan kehilangan hasil akibat serangan OPT dapat ditekan. Selain itu agar sistem dapat berkembang dan berkisnambungan pembangunan sistem peringatan dini perlu integrasi beberapa instansi terkait, yaitu Kementerian Pertanian dan Universitas sebagai penyusun model prediksi dan BMKG sebagai penyedia data prediksi iklimnya.

Kata Kunci: Peringatan dini / hama penyakit tanaman / iklim

Abstract. The negative effects of global warming will affect most living organisms including pests and diseases of plant. Climatic variables such as temperature, rainfall, humidity, and atmospheric gases will interact with living creatures / plants in various ways with diverse mechanisms. Changes in temperature and CO₂ concentrations affect living creatures / plants directly in terms of tissue and the allocation of specific organ photosynthesis and indirectly through changes in the geographic distribution and dynamics of pests and diseases populations. Increasing the temperature of the air will cause the insects / pests to be more abundant, there is a strong link between outbreak plant pests with climate variabilities. The model of climate parameter relationship with plant pests and diseases attack can be used as an early warning adaptation technology to prevent the occurrence of pests and diseases of plant attack, so that the loss of crop yield can be suppressed. The concept of this paper is the importance of constructing early warning of pests and diseases of plant attacks based on climate equation model with pests attack, so that climate prediction data can be utilized, and loss of result due to pests attack can be suppressed. In addition, for the system to develop and sustainable development of early warning system needs integration of several related agencies, namely the Ministry of Agriculture and the University as a predictive model of prediction and BMKG as a provider of climate prediction data.

Keywords: Early warning / pest and disease of plant / climate

PENDAHULUAN

Tantangan terbesar penduduk Indonesia pada abad ini adalah bagaimana produksi pangan bisa mencapai target, seiring dengan semakin seringnya kejadian iklim ekstrim dan pertumbuhan penduduk yang demikian cepat. Sementara untuk mencapai target tersebut dibatasi oleh area pertanian, ketersediaan air, kesuburan tanah yang semakin menurun, dan dampak perubahan iklim terhadap sub sektor tanaman pangan.

Perubahan iklim menyebabkan pergeseran pola hujan, kenaikan suhu, peningkatan kejadian iklim ekstrim dan meningkatnya tinggi muka air laut. Pergeseran pola hujan menyebabkan perubahan waktu tanam, kenaikan suhu dan peningkatan kejadian iklim ekstrim menyebabkan *outbreak* hama penyakit tanaman (Gan *et al.* 2004 dalam Yadav *et al.* 2013), kenaikan muka air laut menyebabkan gangguan produktivitas terutama tanaman pangan, karena tanah persawahan di pinggir pantai menjadi salin. Perubahan iklim berdampak negatif terhadap keragaman dan

kelimpahan hama serangga sehingga mengakibatkan kerusakan tanaman yang dapat mempengaruhi produksi pertanian (Oerke 2006; Juroszek *et al.* 2011).

Jika suhu meningkat sekitar 2°C selama 100 tahun ke depan, efek negatif pemanasan global akan mulai meluas ke sebagian besar wilayah dunia, dan mempengaruhi sebagian besar organisme hidup termasuk manusia, hama penyakit dan tanaman. Variabel iklim seperti suhu, curah hujan, dan kelembaban akan berinteraksi dengan makhluk hidup/tanaman dengan berbagai cara dengan mekanisme yang beragam. Perubahan suhu dan konsentrasi CO₂ mempengaruhi makhluk hidup/tanaman secara langsung dalam hal jaringan dan alokasi fotosintesis organ spesifik (Sharma dan Prabhakar 2014; Setiawati *et al.* 2013)), dan secara tidak langsung melalui perubahan distribusi geografis dan dinamika populasi hama penyakit tanaman (Wiyono 2007). Abrol (2013) mengutip beberapa referensi mengatakan bahwa peningkatan suhu akan menyebabkan serangga/hama menjadi lebih berlimpah dan hampir semua serangga akan terpengaruh oleh perubahan suhu. Efek lainnya adalah peningkatan nafsu makan dan pertumbuhan, sehingga kemungkinan tambahan generasi pada tahun berikutnya. Peningkatan suhu global akan juga mempengaruhi fenologi serangga termasuk kedatangan awal hama/serangga dan waktu munculnya berbagai hama/serangga.

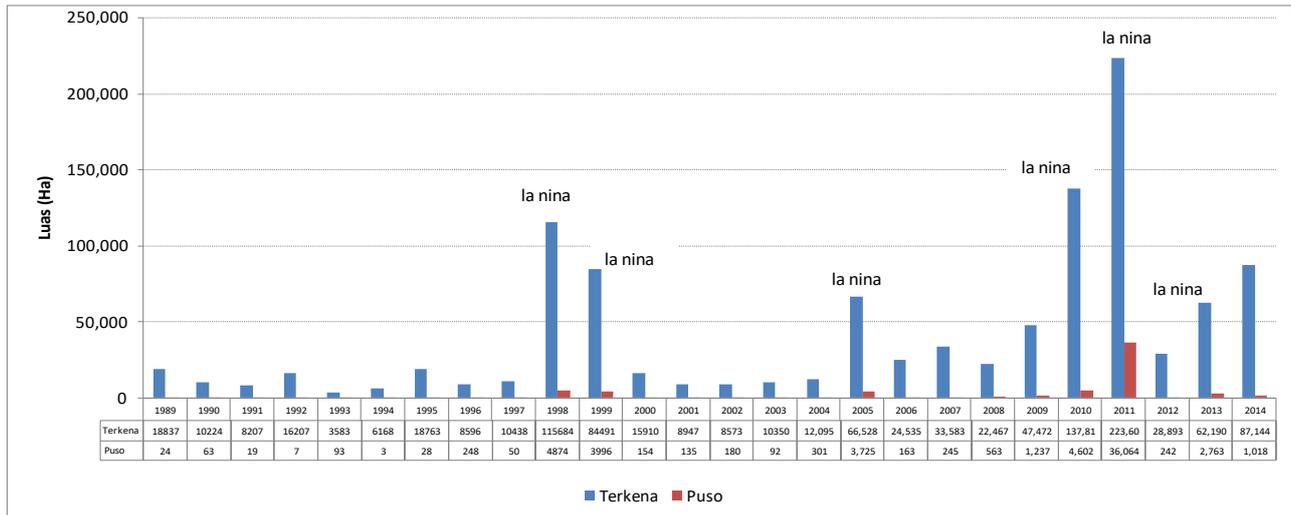
Outbreak hama penyakit tanaman merupakan kejadian yang mengganggu produksi tanaman. Kejadian serangan hama penyakit tanaman, menunjukkan ada kaitan kuat antara *outbreak* dengan variabilitas iklim dan perubahan iklim yang terjadi. Susanti (2009) mengatakan bahwa kejadian La-Nina memicu ledakan serangan wereng batang coklat pada musim kemarau tahun 1998 di Jawa Barat. Serangan organisme pengganggu tumbuhan akhir-akhir ini makin tidak menentu sejalan dengan makin kerapnya kejadian anomali iklim. Jadi prediksi sifat hujan (atas normal/La Nina, normal, bawah normal/El Nino) yang dikeluarkan BMKG 2 kali setahun (prediksi awal musim) dapat dijadikan indikator peringatan dini serangan wereng batang coklat. Perubahan iklim menyebabkan perubahan status serangan hama penyakit tanaman dan di Indonesia terjadi beberapa perubahan persoalan hama dan penyakit terkait dengan perubahan iklim yaitu: peningkatan ekshalasinya, peningkatan status serta penurunan ekshalasi dan status (Wiyono 2007).

Untuk menghindari dampak negatif serangan hama penyakit tanaman terhadap produksi pertanian diperlukan upaya antisipasi dan teknologi adaptasinya. Model hubungan ini dapat digunakan sebagai teknologi adaptasi peringatan dini untuk mencegah terjadinya serangan hama penyakit tanaman, agar kehilangan hasil tanaman dapat ditekan, pengendalian menjadi lebih ekonomis sehingga dapat mendukung ketahanan pangan. Penelitian tentang interaksi antara parameter iklim dan penyakit tanaman yang dapat menduga kehilangan hasil tanaman adalah topik yang penting dan menjadi tantangan bagi komunitas ilmiah yang mendesak dan harus segera dilakukan (Garrett *et al.* 2006; Jeger dan Pautasso 2008).

Makalah ini disusun bertujuan untuk untuk memberikan sumbangan pemikiran studi literatur tentang skema/pengelolaan peringatan dini hama penyakit tanaman dan perubahan iklim sebagai upaya adaptasi yang perlu dilakukan untuk mengurangi kerugian hasil panen.

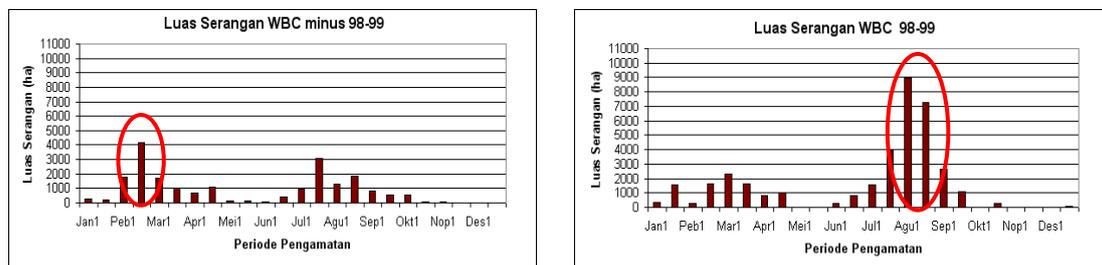
TINJAUAN PENELITIAN HUBUNGAN IKLIM TERHADAP LEDAKAN HAMA PENYAKIT TANAMAN

Perubahan iklim yang disebabkan oleh kenaikan konsentrasi CO₂ di atmosfer salah satunya menyebabkan kenaikan suhu global. Pada serangga, suhu mempengaruhi konsumsi makanan, tingkat perkembangan, distribusi, ukuran populasi, wabah dan migrasi, kemunculan larva dan jumlah generasi/tahun. Serangga dapat merespons kenaikan suhu dengan beberapa cara, yaitu: beradaptasi, bermigrasi, atau punah. Serangan hama penyakit tanaman pangan dan perkembangan, distribusi, ukuran populasi, wabah dan migrasi, kemunculan larva dan jumlah generasi/tahun. Serangga dapat merespons kenaikan suhu dengan beberapa cara, yaitu: beradaptasi, bermigrasi, atau punah. Serangan hama penyakit tanaman pangan dan hortikultura sangat dinamis dari waktu ke waktu, *outbreak* atau ledakan hama penyakit tanaman umumnya terjadi jika ada kondisi yang lebih hangat dan lembab. Serangan wereng batang coklat (WBC) pada tanaman padi sangat dinamis (Gambar 1) dan dipengaruhi oleh iklim ekstrim dan musim (Susanti *et al.* 2009). Gambar 2 menunjukkan serangan WBC terjadi pada musim hujan tetapi ledakan hama WBC terjadi pada musim kemarau jika ada kejadian La Nina (Susanti *et al.* 2009).



Gambar 1. Dinamika serangan wereng batang coklat di Indonesia periode 1989-2014 (Sumber: Ditlintan 2015)

Figure 1. The dynamics of brown plant hopper attacks in Indonesia for the period 1989-2014 (Source: Ditlintan 2015)



Gambar 2. Rata-rata luas serangan WBC periode 1989-2006 tanpa 1998-1999 (kiri) dan rata-rata-rata luas serangan WBC tahun 1998-1999 (kanan) (Susanti 2009)

Figure 2. Average WBC attack period 1989-2006 without 1998-1999 (left) and broad average WBC attacks in 1998-1999 (right) (Susanti 2009)

Parameter iklim (suhu, kelembaban, panjang hari/lama penyinaran) mempengaruhi perkembangan hama dan penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung. Parameter iklim berpengaruh terhadap siklus hidup, lama hidup, serta kemampuan diapause serangga. Menurut Mochida (1964a, 1970 dalam Subroto 1992), siklus hidup WBC (dewasa-bertelurnympha-dewasa) dipengaruhi oleh suhu, dimana makin panas suhu makin pendek siklus hidup WBC. Menurut Hu *et al.* (2010) suhu adalah salah satu faktor kunci yang mempengaruhi perkembangan populasi wereng setelah migrasi. Suhu yang tinggi bisa mengakibatkan periode puncak lebih lama dan populasi wereng menjadi lebih besar, selain itu dengan meningkatnya suhu 1,5°C pada tahun 1999 dibandingkan rata-rata suhu 39 tahun sebelumnya dan peningkatan 1,7°C pada tahun 2003 meningkatkan populasi wereng batang coklat (WBC).

Suhu merupakan faktor penting untuk kehidupan serangga (Bale *et al.* 2002). Suhu mempengaruhi perkembangan, reproduksi dan dinamika populasi *Marasmia exigua*, Butler. Suhu mempengaruhi fisiologi, kelimpahan, fenologi, distribusi dan dimensi serangga. Suhu harian antara 28 – 30 °C serta suhu malam hari yang agak rendah yang paling cocok untuk pemunculan sejumlah serangga dewasa di lapang (Subroto 1992). Hasil penelitian Syarkawi *et al.* (2015) menunjukkan pada suhu yang lebih rendah menyebabkan populasi dan persentasi serangan penggerek buah coklat lebih tinggi dibandingkan di suhu yang lebih rendah. Susanti (2009), menunjukkan di Kabupaten Karawang, Subang dan Indramayu, bahwa suhu minimum atau suhu malam hari lebih tinggi 1-2 derajat dari nilai rata-ratanya dapat memicu *outbreak* WBC.

Caffarraa *et al.* (2012), menyarankan dalam prediksi hama/serangga ke depan menggunakan

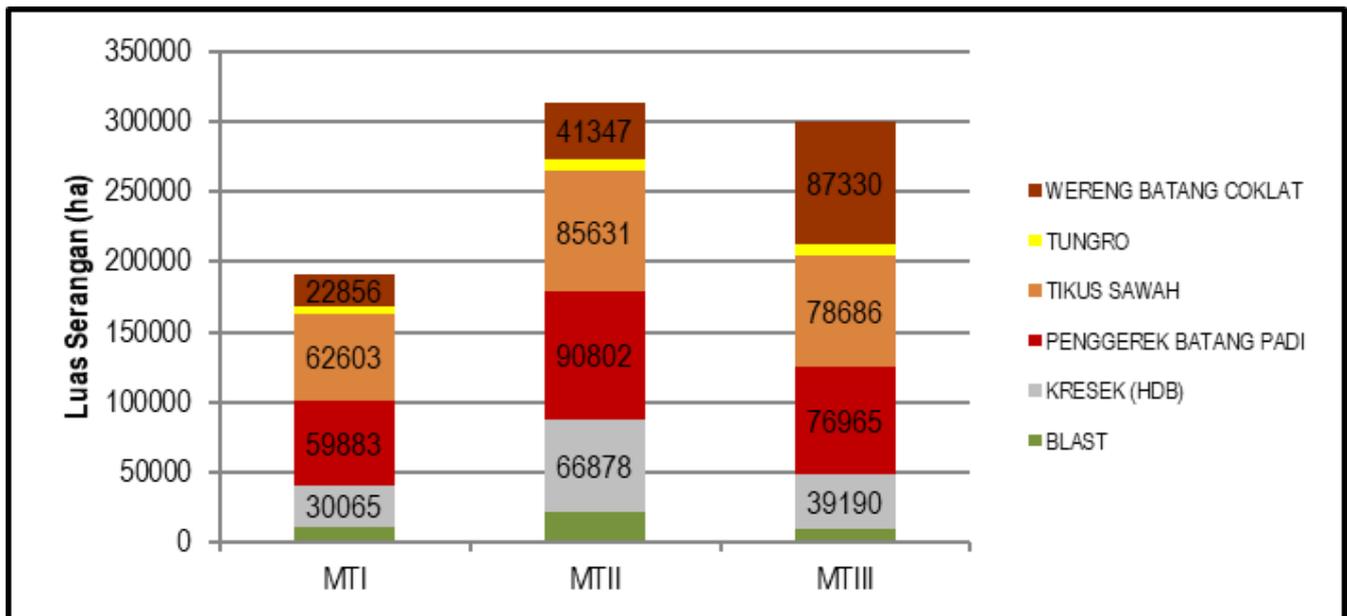
parameter iklim. Beberapa peneliti telah membangun model hubungan antara ngengat pada tanaman anggur dengan suhu. Modelnya menunjukkan hubungan empirik antara laju perkembangan telur dengan suhu. Hasil lain menunjukkan hubungan linier antara jumlah tangkapan ngengat penggerek batang kuning pada tanaman padi dengan beberapa parameter iklim (suhu, curah hujan, suhu maksimum, suhu minimum, kelembaban dan panjang hari), dan hasilnya menunjukkan bahwa ada hubungan yang kuat diantaranya, apabila suhu dan kelembaban makin rendah maka jumlah tangkapan ngengat penggerek batang.

Sebagian wilayah Indonesia yang terdiri dari 3 musim tanam, berpengaruh juga terhadap keberadaan enam jenis hama penyakit tanaman utama tanaman padi (tikus, penggerek batang, wereng batang coklat, tungro, blast dan kresak. Susanti *et al.* (2009) menunjukkan dinamika luas lahan sawah yang berpotensi rusak karena serangan hama penyakit tanaman pada 3 musim tanam (MT). Luas lahan sawah yang rusak karena serangan hama penyakit tanaman

tertinggi adalah pada MT II (Februari-Mei), diikuti MT III (Juni-September), kemudian MT I (Oktober-Januari). MT I, MT II dan MT III secara langsung berkaitan dengan iklim/musim, iklim pada MT I umumnya lebih basah dibandingkan MT II dan MT III. Meskipun luas tanam padi pada MT I lebih luas dibandingkan pada MT II dan MT III tapi ternyata serangan hama penyakit tanaman banyak terjadi pada kondisi yang curah hujannya lebih rendah dan suhu yang lebih tinggi (MT II dan MT III).

Tiga hama penyakit tanaman utama selain tikus yang banyak di Indonesia adalah penggerek batang padi, wereng batang coklat dan kresak/hawar daun bakteri. Penggerek batang dan hawar daun bakteri lebih banyak menyerang pada MT II dan III sedangkan wereng batang coklat terbanyak menyerang pada MT III.

Hama penting tanaman pangan lainnya adalah belalang kembara yang ledakan populasinya bisa menyebabkan kerugian besar, belalang kembara meledak jika ada kemarau panjang/El Nino. Seperti kejadian di Indonesia pada tahun 1998 sampai tahun



Gambar 3. Dinamika potensi lahan sawah yang rusak akibat serangan hama penyakit tanaman pada tanaman padi. (data pengamatan tahun 2005-2012)

Figure 3. The dynamics of the potential of paddy fields that are damaged due to the attack of plant pests and diseases on rice plants (Observational data for 2005-2012)

2002, dengan wilayah kerusakan terluas di Provinsi Lampung. Selama bulan April hingga Mei 1998 ribuan hektar areal tanaman padi menjelang panen dan tanaman jagung yang sedang berbunga hancur dalam waktu satu malam (Kompas 2 Mei 1998). Sudarsono (2008) juga disebutkan bahwa selain menyebabkan kerugian besar di Lampung, belalang kembara juga menyebabkan gagal panen di Bengkulu, Sumatera Selatan, Sulawesi Selatan, dan Kalimantan Tengah (Kompas, 4 Mei 1998). Dalam <http://hpt.faperta.ugm.ac.id/tag/belalang-kembara-locusta-migratoriaanilensis-meyen/> dikatakan bahwa pada bulan Oktober 2005 belalang kembara menyerang tanaman di Kalimantan Barat, sedangkan di Kabupaten Timor Tengah Utara, Belu dan Sumba Timur, NTT mulai tahun 2007 sampai sekarang belalang kembara masih sering menyerang tanaman.

Menurut Sudarsono (2008), ledakan belalang kembara berskala besar diduga berkaitan erat dengan dua faktor utama, yaitu faktor biologi belalang kembara dan faktor lingkungan. Kondisi lingkungan sebelum terjadinya ledakan hebat belalang di Lampung pada tahun 1998, dilaporkan telah terjadi penyimpangan iklim secara nyata selama periode 1989 hingga 1998. Selama kurun waktu sepuluh tahun tersebut, curah hujan di Provinsi Lampung adalah 33- 234 mm (bulanan) dan 1.223 mm (tahunan). Kondisi ini lebih rendah daripada curah hujan rata-rata bulanan normal Lampung selama 30 tahun yaitu 96-275 mm dengan curah hujan tahunan 2.163 mm (Suwardiwidjaja 2009). Dengan demikian curah hujan selama 10 tahun dari tahun 1989 hingga 1998 tersebut adalah hampir separuh lebih rendah dari kondisi normal. Diduga, kondisi curah hujan rendah pada musim hujan yang kemudian diikuti curah hujan tinggi merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam memicu ledakan populasi belalang kembara di Lampung (Sudarsono *et al.* 2011). Suwardiwidjaja (2009) mengatakan bahwa banyaknya serangan belalang kembara berhubungan dengan curah hujan. Hasil percobaan Sudarsono (2008) menunjukkan terjadinya eksplosif belalang kembara di suatu wilayah biasanya mengikuti setelah terjadinya musim kemarau sangat panjang. Perilaku hama ini di seluruh dunia diketahui berhubungan dengan pola iklim dan curah hujan. Proses terjadinya eksplosif hama belalang kembara setelah periode kering panjang yang menyebabkan terjadinya akumulasi telur di dalam tanah dan menetas secara serentak 14,7 – 15,5 hari

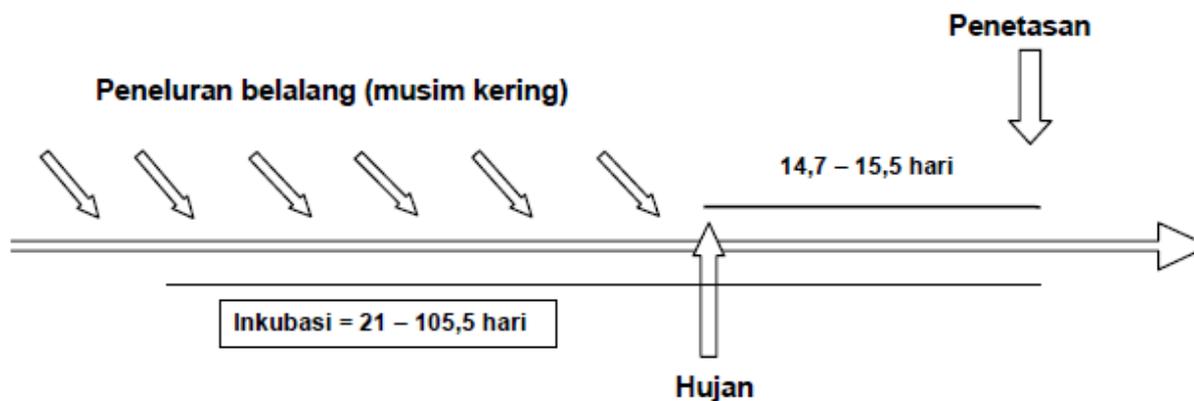
setelah terjadinya curah hujan yang sesuai, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada tanaman hortikultura khususnya bawang merah serangan hama penyakit tanaman juga bervariasi menurut waktu, jenis dan luasannya. Ulat bawang merupakan hama utama yang menyerang tanaman bawang merah di Kabupaten Brebes. Gambar 5. menunjukkan luas serangan ulat bawang di Kabupaten Brebes berdasarkan data pengamatan tahun 1993 sampai tahun 2010. Serangan ulat bawang pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim hujan (Susanti 2012).

Perubahan iklim atau peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang menyebabkan pergeseran musim hujan, intensitas hujan, peningkatan suhu dan kejadian iklim ekstrim tentu mempengaruhi keberadaan hama penyakit yang hidup didalamnya. Menurut Kobayashi *et al.* 2006, dalam Jeger dan Pautasso (2008), dengan meningkatnya kandungan CO₂ di atmosfer akan meningkatkan tanaman padi yang terkena blast dan hawar daun. Meningkatnya kejadian iklim ekstrem La Nina dengan ciri curah lebih tinggi dari rata-rata di musim kemarau akan menimbulkan kelembaban yang tinggi dan mengaktifkan sifat biological clock wereng batang coklat untuk berkembang menghasilkan populasi yang tinggi (Susanti 2009). Jika kelembaban rata-rata meningkat 6-10% dari nilai rata-ratanya atau suhu minimum meningkat 1-2 °C dari nilai rata-ratanya akan memicu serangan WBC (Susanti 2009)

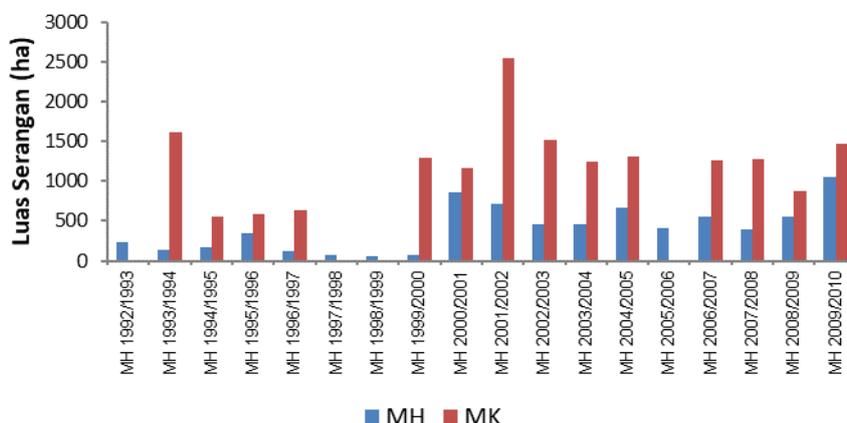
Serangan hama penyakit di Asia Tenggara menyebabkan kesenjangan potensi hasil tanaman dan hasil aktual. Menurut Oerke (2006) kesenjangan akibat serangan penyakit 12,6% dan akibat serangan hama 15,2%. Selanjutnya Oerke (2006) mengatakan rata-rata dunia kehilangan potensi hasil karena hama patogen berturut-turut adalah 18% dan 16%. Intensitas kerusakan tanaman padi akibat serangan walang sangit menyebabkan kehilangan potensi hasil 48,89%. Rata-rata kehilangan hasil tanaman padi karena serangan hama penyakit tanaman yakni ± 30% dan kehilangan hasil karena hama sekitar 20 – 25% setiap tahun. Kehilangan hasil setiap tahun yang disebabkan oleh penggerek batang padi dapat mencapai 10-30%, bahkan dapat menyebabkan tanaman padi menjadi puso.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan kehilangan hasil akibat serangan hama penyakit, diantaranya: pemantauan terhadap dinamika serangan hama penyakit tanaman, identifikasi faktor-faktor iklim yang berpengaruh terhadap perkembangan dan



Gambar 4. Proses terjadinya eksplosif hama belalang kembara setelah periode kering panjang yang menyebabkan terjadinya akumulasi telur di dalam tanah dan menetas secara serentak 14,7 – 15,5 hari setelah terjadinya curah hujan yang sesuai (Sumber: Sudarsono 2008).

Figure 4. The explosive process of wandering locust pests after a long dry period which causes the accumulation of eggs in the soil and hatches simultaneously 14.7 - 15.5 days after the occurrence of appropriate rainfall (Source: Sudarsono 2008)



Gambar 5. Luas serangan ulat bawang di Kabupaten Brebes, Jawa tengah, per musim, MH = musim hujan (Oktober-Maret) dan MK = musim kemarau (April-September)

Figure 5. The extent of onion caterpillar pest attacks in Brebes Regency, Central Java, every season, MH = rainy season (October-March) and MK = dry season (April-September)

distribusi serangan hama penyakit tanaman, penelitian membuat model hubungan serangan hama penyakit tanaman dengan parameter iklim, membangun sistem peringatan dini, adanya kelembagaan yang tepat dan akurat, serta penerapan sistem budidaya tanaman yang sehat yang diintegrasikan dalam teknologi pengelolaan hama dan penyakit tanaman secara terpadu. Model peramalan penyakit berdasarkan data cuaca dapat membantu mendeteksi faktor meteorologi (dan periode waktu) yang secara signifikan berkorelasi dengan penyakit. Model empiris, seperti model regresi dengan

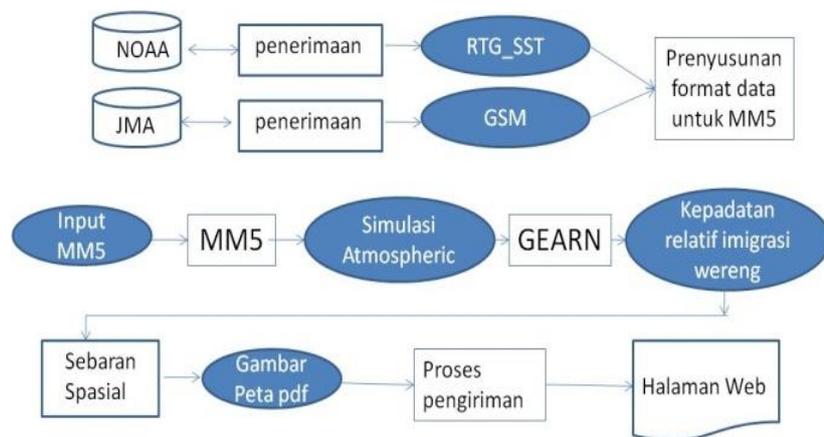
variabel iklim sebagai prediktor dan parameter epidemik sebagai variabel respon, dapat digunakan untuk memprediksi keberhasilan organisme di berbagai kondisi yang diteliti (Garrett *et al.* 2006; Jeger dan Pautasso 2008). Hubungan antara iklim/dampak perubahan iklim dengan ledakan jenis hama penyakit tanaman banyak yang belum terjawab (Sigvald 2012), sehingga ini merupakan tantangan yang harus segera dijawab agar dapat membangun model peringatan dini serangan hama penyakit tanaman dengan indikator parameter iklim.

PERKEMBANGAN PERINGATAN DINI SERANGAN HAMA PENYAKIT TANAMAN

Akira *et al.* (2005) mengembangkan sistem prediksi real-time untuk migrasi wereng punggung putih (*Sogatella furcifera*) dan wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*) yang merupakan hama utama tanaman padi yang pada awal musim panas bermigrasi dari Cina Selatan ke Jepang. Model simulasi migrasi wereng ini dinamakan GEARN. Pada sistem prediksi GEARN inputnya adalah kondisi simulasi atmosfer yang diperoleh dari model MM5 (model prediksi cuaca) dengan input data berasal dari RTG_SST (*real time global* suhu muka laut) yang diperoleh dari NOAA (*National Ocean and Atmosphere Administration*) dan GSM (*global simulation model*) yang diperoleh dari JMA (*Japan*

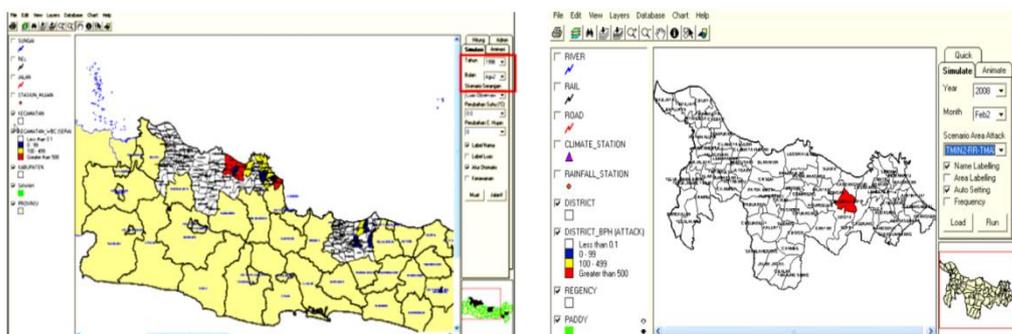
Meteorology Association). Kemudian GEARN menghitung pergerakan jumlah wereng dan memprediksi kepadatannya setiap 3 jam, hasilnya dipetakan dan diunggah di Web. Petanya menyediakan informasi tentang waktu dan luas migrasi untuk 2 hari ke depan. Gambar berikut memperlihatkan alur kerja prediksi *real time* migrasi wereng.

Susanti (2009), telah menyusun sistem informasi data historis dan sistem peringatan dini luas serangan WBC berdasarkan hubungan empirik data historis luas serangan wereng batang coklat dengan parameter iklim berbasis kecamatan dengan aplikasi sistem informasi geografis. Sistem informasi data historis dapat ditampilkan dengan mudah sesuai lokasi yang dipilih (Gambar 7). Prediksi luas serangan wereng batang coklat didapat dari model regresi antara luas serangan 2



Gambar 6. Diagram alir sistem prediksi real time untuk migrasi wereng (Sumber: Akira *et al.* 2005)

Figure 6. Real time prediction system flow chart for leafhopper migration (Source: Akira *et al.* 2005)



Gambar 7. Sebaran luas serangan wereng batang coklat pada Agustus tengah bulan ke-2 tahun 1998 (kiri) dan Prediksi luas serangan pada Feb-2 tahun 2008 (kanan) (Sumber: Susanti 2009)

Figure 7. Broad distribution of brown planthopper attacks in the middle of the second month of 1998 in the middle (left) and the broad prediction of attacks on February 2, 2008 (right) (Source: Susanti 2009)

mingguan dengan suhu minimum, suhu minimum lag1, lag 2, suhu maksimum, dan curah hujan. Model ini dapat memprediksi luas serangan wereng batang coklat 2 minggu ke depan dengan tampilan seperti gambar di bawah ini.

Cressman dan Hodson (2009) dari FAO mengembangkan peringatan dini serangan belalang secara lebih lengkap. Pembelajaran yang dapat diambil dari sistem peringatan dini belalang ini adalah: (1) Jaringan yang kuat yang didukung hampir oleh 30 negara yang masing-masing mengumpulkan, mencatat data lapang dengan cepat kemudian mengirimkan ke tingkat nasional dan internasional. Jaringan informasi ini meliputi Afrika, Asia, Eropa, dan Amerika Utara terutama untuk negara-negara yang terserang belalang. Efektivitas dan efisiensi sistem adalah hasil dari puluhan tahun pelatihan, bantuan teknis, pengembangan proyek, dukungan dana, teknologi inovasi, dukungan pemerintah; (2). Prediksi/peramalan belalang memerlukan akses data *real-time* dari seluruh negara-negara, data ini harus dianalisis global tidak bisa per negara atau regional. Jadi sistem peringatan dini ini mempunyai unit peramalan yang terpusat (DLIS) dengan menggunakan alat dan model yang canggih sehingga hasil prakiraannya tidak bias, akurat dan tepat waktu; (3). DLIS selama 30 tahun telah mengadopsi berbagai teknologi dan mengembangkan model-model prediksi.; (4). Peringatan dini Belalang bekerja berdasarkan empat prinsip utama yaitu: (i) monitoring rutin dan data lapangan yang tepat; (ii) data dikirim cepat sehingga mudah dianalisis oleh analis; (iii) analisis data lengkap dengan GIS dan (iv). Tujuan sederhana yaitu untuk pengambil kebijakan didasarkan hasil penelitian yang tidak bias. Tipe kolaborasi ini sangat baik bila dikembangkan untuk jenis hama penyakit lainnya.

Stockly *et al.* (2010) mengungkapkan topik penelitian tentang prediksi hama penyakit tanaman dengan menggunakan prediksi iklim masa depan. Hal ini berkaitan dengan perubahan iklim secara langsung akan mempengaruhi pertanian sistem tanam dengan meningkatnya suhu dan curah hujan yang berubah, dan secara tidak langsung akan mempengaruhi peningkatan hama dan penyakit. Penelitian ini penting untuk strategi dan adaptasi perubahan iklim.

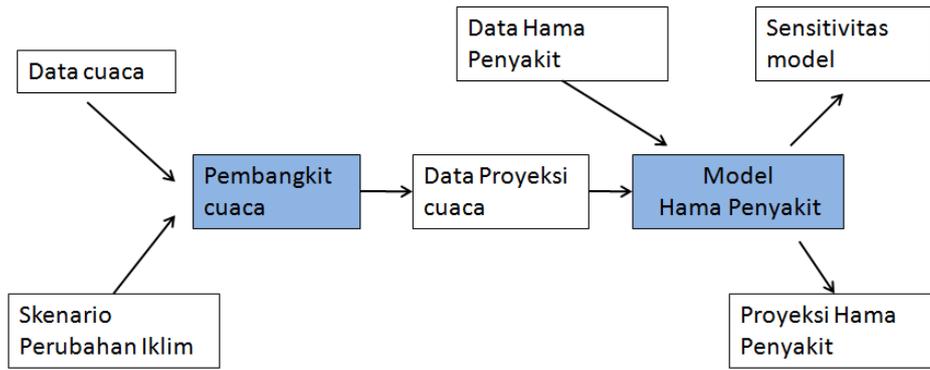
Konsep pemikirannya adalah prediksi serangan hama penyakit masa depan dengan berbagai skenario iklim, dengan menggunakan model hubungan hama penyakit tanaman dengan factor iklim/cuaca. Skenario

iklim masa depan diperoleh dari model model prediksi yang dikembangkan oleh GCM (*Global Climate Model*).

ZEPP (*Zentralstelle der Länder für EDV gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz*) adalah institusi di Jerman yang mengembangkan DSS (*Decision Support System*) proteksi tanaman (Paolo *et al.* 2011). Tujuan ZEPP adalah untuk mengembangkan, mengumpulkan dan mengevaluasi peramalan dan model simulasi hama dan penyakit untuk tanaman pertanian dan hortikultura yang penting dan mengaplikasikan model-model ini untuk penggunaan praktis. Pada tahun 2010 telah dihasilkan model peramalan hama penyakit tanaman berbasis data cuaca/iklim untuk pengendalian hama penyakit. DSS proteksi tanaman bertujuan untuk: 1) perhitungan risiko hama/penyakit, 2) perhitungan kebutuhan pestisida, 3) perkiraan waktu yang hama penyakit tanamimal untuk pemberian pestisida dan 4) rekomendasi pestisida yang tepat. Input model adalah data prediksi cuaca 3 hari ke depan dari German Meteorology Services, kemudian untuk distribusi spasialnya menggunakan metode interpolasi dengan GIS (*Geographic Information System*). Untuk mengetahui tingkat akurasi model dilakukan validasi. Penyampaian informasi DSS kepada petani dilakukan melalui: buletin, surat, fax, dan telepon serta internet.

Untuk adaptasi perubahan iklim Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah mengembangkan peringatan dini sederhana serangan hama penyakit pada tanaman padi, jagung dan kedelai untuk 1 musim tanam ke depan (musim hujan atau MH = Oktober-Maret, musim kemarau (MK) = April-September) berdasarkan data historis. Prediksi serangan hama berbasis kabupaten dan terintegrasi dengan web Kalender Tanam Terpadu, dan informasinya dapat diakses melalui web, sms, aplikasi android, media sosial lainnya. Informasi ini update setahun 2 kali untuk MH dan MK mengikuti update Katam Terpadu (Gambar 9).

Pada tahun 2008 dan 2009, Institut Pertanian Perancis yang terdiri dari 4 lembaga yaitu: (1) ARVALIS – Institut Pertanian, Boigneville, France ; (2) ITL, Institut Technique du Lin, France; (3) CETIOM, (*The Technical Center for Oilseed Crops and Industrial Hemp*) France; dan (4) ITB, *Institut Technique de la Betterave*, Paris, France, mengembangkan dan menggunakan sebuah Manajemen Sistem Informasi bernama VIGICULTURES – sistem peringatan dini untuk management hama penyakit tanaman. Sistem ini



Gambar 8. Diagram alir rencana penelitian (Stockly *et al.* 2010)

Figure 8. Research plan flow chart (Stockly *et al.* 2010)



Gambar 9. Peringatan dini serangan hama penyakit pada lahan sawah untuk tanaman padi, jagung dan kedelai

Figure 9. Early warning of disease and pest attacks on paddy fields for rice, corn and soybeans

bertujuan untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendiseminasikan data observasi dari hama penyakit tanaman utama tanaman sereal, jagung, kacang-kacangan, kentang, minyak sayur, gula bit, dan rami) secara real time. Data ini terus diperbaharui oleh teknisi dan petani terlatih (Sine *et al.* 2010).

Sistem informasi ini dikembangkan dalam sebuah web portal dimana penggunanya dapat mengumpulkan, berbagi dan konsultasi mengenai data real time. Ahli agronomi dapat berkomunikasi mengenai data untuk mendukung keputusan pengendalian hama penyakit di suatu wilayah. Google Map API membantu memperlihatkan peta dinamik tentang tabel data dan tingkat kerawanan hama penyakit tanaman. Selain itu untuk mempercepat

pengumpulan data lapang digunakan teknologi mobile terbaru XHTML dengan transmisi smartphone. Penggunaan Vigicultures untuk pengawasan dan pengendalian hama teritorial selama dua musim terakhir dapat mengurangi risiko kerugian.

Swedia telah mengembangkan model prediksi untuk *early warning* hama penyakit tanaman (Sigvald 2012). Beberapa model prediksi hama penyakit tanaman berbasis cuaca/iklim yang telah dikembangkan untuk mendukung peringatan dini adalah: penyakit bercak daun pada sereal, *wheat blossom midge* (*Contarinia tritici* and *Sitodiplosis mosellana*), *fruit fly on oats*, *potato virus Y*, *wheat dwarf virus*, *late blight on potatoes*, *sclerotinia stem rot* (*Sclerotinia sclerotiorum*), dan *cabbage stem flea beetle on winter rape seed*. Di Swedia data pengamatan cuaca diamati dari 50 stasiun

meteorologi dan secara otomatis masuk ke bagian pertanian di Universitas Swedia di Uppsala, yang digunakan untuk memprediksi kejadian serangan hama penyakit tanaman. Data tersebut dilengkapi dengan informasi biologis hama penyakit lainnya dan langsung tersedia untuk bagian proteksi tanaman di bagian penyuluh pertanian dan peneliti. Data-data tersebut menjadi pelengkap dalam peringatan dini serangan hama penyakit tanaman.

Peringatan dini untuk hama penyakit tanaman telah dikembangkan di banyak tempat, pada dasarnya early warning/peringatan dini adalah suatu sistem yang memberitahu suatu bencana akan terjadi. Peringatan dini merupakan faktor dalam risiko pengurangan bencana. Peringatan dini adalah serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana pada suatu tempat oleh lembaga yang berwenang (Pasal 1 Angka 8 UU No. 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana). Peringatan dini adalah tatacara pemberitahuan seawal mungkin tentang datangnya ancaman bahaya. Peringatan dini serangan hama penyakit tanaman dengan indikator iklim adalah: pemberitahuan sesegera mungkin kepada masyarakat/petani/penyuluh/pengambil kebijakan tentang kemungkinan terjadinya ancaman serangan suatu jenis hama penyakit tanaman karena ada faktor iklim yang terukur yang dapat dijadikan indikator akan terjadi serangan suatu jenis hama penyakit tanaman.

KESIMPULAN

Di Indonesia, ada Balai Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Jatisari, tetapi belum dikembangkan peramalan OPT dengan indikator iklim. Sampai saat ini penyusunan dan pengembangan prototipe sistem peringatan dini serangan hama penyakit tanaman dengan indikator iklim masih dikembangkan oleh Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, dengan konsep: (1) menyusun basis data (luas serangan hama penyakit tanaman); (2) membangun sistem informasi hama penyakit tanaman tanaman pangan dan hortikultura; (3) menyusun model hubungan serangan hama penyakit tanaman dengan parameter iklim; (4) menyusun peringatan dini. Sampai saat ini yang telah dikembangkan adalah peringatan dini untuk serangan wereng batang coklat dan untuk serangan OPT pada tanaman hortikultura (SIOPTHor)

Konsep peringatan dini ini muncul dari pemikiran karena: (i). ada hubungan yang nyata antara peubah iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, dll); (ii). Model-model GCM (*Global Climate Model*) sudah dapat memprediksi/memproyeksi besaran peubah iklim ke depan; (iii) kondisi iklim yang semakin tidak menentu tentu penting untuk diantisipasi kejadian-kejadian ikutannya setelah ketidak pastian iklim terjadi, seperti kejadian : banjir, kekeringan, ataupun serangan hama penyakit tanaman. Konsep peringatan dini serangan hama penyakit tanaman dikembangkan berdasarkan sifat biologi, ekologi dan hubungan matematik atau analisis korelasi antara faktor-faktor yang memicu serangan dan kejadian serangan (Wang *et al.* 2014). Peringatan dini hama penyakit tanaman bisa berupa peringatan waktu kejadian, jumlah kejadian (jumlah/kepadatan hama penyakit tanaman ataupun derajat (kekuatan destruktif hama penyakit tanaman) bencananya.

Peringatan dini serangan hama penyakit tanaman perlu dikembangkan untuk menekan kehilangan hasil panen tanaman akibat serangan hama penyakit tanaman, diwilayah-wilayah endemik, memberikan informasi kemungkinan daerah yang terkena/terdampak, melakukan tindakan prefentif/ pencegahan dan meminimalisasi penggunaan pestisida. Berikut adalah konsep peringatan dini dengan indkator iklim yang bisa dikembangkan di Indonesia (Gambar 10).



Gambar 10. Diagram alir peringatan dini luas serangan hama penyakit tanaman
 Figure 10. An extensive early warning flow chart of plant diseases and pests

Idealnya penyusunan dan pengembangan suatu sistem peringatan dini hama penyakit tanaman dengan indikator iklim, harus dibangun dengan kerjasama atau integrasi beberapa bidang ilmu dan instansi penyedia data agar sistem dapat berkelanjutan dan terus

berkembang. Seperti RIMES (*The Regional Multi Hazard Early Warning System*) for Africa and Asia dibangun melalui kerjasama regional yang melibatkan 13 negara members dan 20 negara berkolaborasi sharing data termasuk Indonesia dalam hal ini BMKG, melakukan analisis untuk membangun peringatan dini multi hazard. Untuk membangun sistem peringatan dini luas serangan hama penyakit tanaman berbasis parameter iklim, minimal bidang kepakaran yang diperlukan adalah: hama penyakit, agrometeorologi, statistik/modeling, sistem informasi; dengan instansi yang harus terlibat adalah: Badan Litbang Pertanian, Perguruan Tinggi/IPB/ITB, BMKG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada evaluator Prof. Dr. Erna Sri Adiningsih dan Prof. Dr. Kukuh Murti Laksono yang telah memberikan saran, masukan serta perbaikan untuk makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrol DB. 2013. Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Process. Academic Press.
- Akira O, Watanabe T, Suzuki Y, Matsumura M, Furuno A, Chino M. 2005. Real-time prediction system for migration of rice planthoppers *Sogatella furcifera* (Horvath) and *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homhama penyakit tanamanera:Delphacidae). *Applied Entomology Zoology* 40 (2): 221-229.
- Bale J, Masters GJ, Hodkins ID, Awmack C, Bezemer TM, Brown VK, Buterfield J, Buse A, Coulson JC, Farrar J, Good JEG, Harrington R, Hartley S, Jones TH, Lindroth RL, Press MC, Symrnioudis I, Watt, AD, Whittaker JB. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biol* 8: 1-16.
- Caffarraa A, Rinaldia M, Eccela E, Rossib V, Pertota I. 2012. Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew. *Journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee. Agricultural, Ecosystem, and Environment* 148: 89-101.
- Cressman K, Hodson D. 2009. Surveillance, Information Sharing and Early Warning Systems for Transboundary Plant Pests Diseases: the FAO Experience. *Arab Journal of Plant Protection* 27: 226-232.
- Garrett KA, Dendy SP, Frank EE, Rouse MN, Travers, SE 2006. Climate Change Effects on Plant Disease: Genomes to Ecosystems. *Annu. Rev. Phytopathol* 44: 489-509.
- Hu G, Cheng XN, Qi GJ, Wang FY, Lu F, Zhang XX, Zhai BP. 2010. Rice planting systems, global warming and outbreaks of *Nilaparvata lugens* (Stål). *Bulletin of Entomological Research* 101 (2011): 187–199 doi:10.1017/S0007485310000313.
- Jeger JM, Pautasso M. 2008. Plant Disease and Global Change: The Importance of Long-Term Data Sets Author(s): Reviewed work(s): Source: *New Phytologist* 177(1): 8-11.
- Juroszek P, Tiedemann A von, 2011. Potential strategies and future requirements for plant disease management under a changing climate. *Plant Pathol* 60: 100-112.
- Oerke EC. 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144: 31-43.
- Setiawati W, Sumarni N, Koesrandiani Y, Hasyim A, Uhan TS, Sutarya N. 2013. Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabe merah untuk mitigasi dampak perubahan iklim. *J. Hirtikultura* 23(2): 174-183.
- Sharma HC, Prabhakar CS. 2014. Impact of Climate Change on Pest Management and Food Security. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Andhra Pradesh, India. In. Abrol (Eds): Integrated Pest Management. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-3985293.00003-8.*
- Sigvald R. 2012. 25 Risk Assessments for Pests and Diseases of Field Crops, especially Forecasting and Warning Systems. *Swedish University of Agricultural Sciences. 2012 In: Christine Jakobsson, Uppsala (Eds) Sustainable Agriculture: Baltic University Press, 2012, 1500, p. 185-201.*
- Sine M, Morin E, Simonneau D, Brochard M, De Cosnac G, Escriou H. 2010. Vigicultures – An early warning system for crop pest management. *Scientific and Technical Information and Rural Development. IAALD XIIIth World Congress, Montpellier, 26-29 April 2010*
- Subroto GSW, Wayudin, Toto H, Sawada H. 1992. Taksonomi dan Bioekologi Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stall. *Kerjasama Teknis Indonesia-Jepang Bidang Perlindungan Tanaman Pangan (ATA-162) Laporan Akhir Wereng Batang Coklat. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan.*
- Sudarsono H. 2008. Pengaruh lama periode kering dan intensitas curah hujan terhadap penetasan belalang kembara (*Locusta migratoria manilensis* Meyen). *J. HPT Tropika* 8(2): 117-122.
- Sudarsono H, Hasibuan R, Swibawa IG. 2011. Hubungan antara curah hujan dan luas serangan belalang kembara (*Locusta migratoria manilensis* Meyen) di Provinsi Lampung. *J. HPT Tropika* ISSN 1411-7525. 11(1): 95-101.
- Susanti E, Ramadhani F, Runtuuwu E, Amien I. 2008. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Serangan Organisme Pengganggu Tanaman (Hama Penyakit Tanaman) Serta Strategi Antisipasi dan Adaptasi. *Info Agroklimat dan Hidrologi* 3 (6).

- Susanti E. 2009. Kontribusi Parameter Iklim Terhadap Luas serangan wereng batang coklat. Proceedings Agriculture Meteorology Symposium VII. Increasing National Capacity of Adaptation for Climate Change Through Cross Sectoral and Regional Cooperation. Jakarta 15-16 January 2008.
- Susanti E, Ramadhani F, June T, Amien I. 2009. Pemanfaatan Informasi Iklim Untuk Pengembangan Sistem Peringatan Dini Luas Serangan WBC Pada Pertanaman Padi. Jurnal Tanah dan Iklim. Desember 2009. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suwardiwidjaja E. 2009. Faktor iklim dalam pengembangan model peramalan organisme pengganggu tumbuhan. Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan. <http://edisw.wordpress.com/2009/05/26/iklim-untuk-peramalan-hama- penyakit-tanaman/uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?id=iva2:602538> diunduh tgl. 20 Mei 2014.
- Syarkawi, Husni, Sayuthi M. 2015. Pengaruh tinggi tempat terhadap tingkat serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) di Kabupaten Pidie. J. Floratek 10 (2): 52-60
- Wiyono S. 2007. Perubahan Iklim dan Ledakan Hama Penyakit Tanaman. Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim : Tantangan Masa Depan Indonesia. KEHATI. Jakarta 28 Juni 2007.
- Yadav RC, Solanke AU, Pattanaya D, Yadav NR., Kumar PA. 2013. Genetic Engineering for tolerance to climate change-related traits. In Genomics and Breeding for Climate Resilient Crops. Vol.1. Concepts and Strategies. Springer