

PERUBAHAN IKLIM GLOBAL DAN PERKEMBANGAN PENYAKIT TANAMAN PANGAN

M. Muhsin

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

ABSTRACT

Global Climate Changes and Development of Diseases of Food Crops. Diseases of food crops are caused by pathogen, either bacteria, phytoplasma, fungus, nematode or virus. Such pathogen has their own characteristic in term of morphology, genetic package, mode of infection, propagation or multiplication, way of damaging plant and eventually its spread. The causal agent of bacterial leaf blight of rice (BLB, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) could survive in irrigation water in the tropic which indicate the high quality of pathogen adaptation to their environment. Sometimes plant viruses in an environment with high temperature induce unclear symptoms. Lack of expression of disease symptoms causes false diagnosis, therefore the determination of control actions might be inappropriate. Climate change does not necessarily lead all kinds of disease incidence goes up. In the dry season where the weather is favorable for insect vectors development, the spread of viral diseases is better. In contrast, BLB and blast thrive in the rainy season. The unusual fact with red stripe disease of rice (causal agent is still uncertain: fungus or bacteria) that its incidence is relatively higher in dry season. Lately, climate change triggered by global warming is related to the accumulation of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere. Impact of CO₂, air temperature and sunshine in influencing the development of important pathogens is predicted not always harmful to rice production, because high concentration of CO₂ hopely may increase plant productivity and the plants are predicted to be more resistant to pests and diseases. In the last decade since the occurrence of blast, BLB and viruses is more frequent, it is warning for which we need to be aware, especially due to the potential effect in making loss of rice harvests.

Key words: *Climate change, greenhouse gases, food production, disease incidence.*

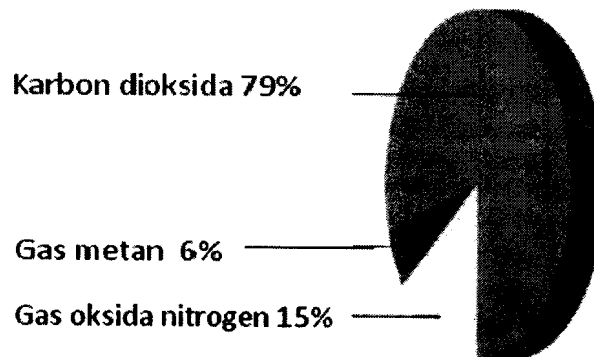
ABSTRAK

Penyakit pada tanaman pangan disebabkan oleh patogen baik bakteri, fitoplasma, fungi, nematoda atau virus. Tiap patogen memiliki karakteristik berbeda dalam hal morfologi, paket genetik, cara infeksi dan perkembangbiakannya, kerusakan yang ditimbulkan pada tanaman inang, dan penyebarannya. Sebagai contoh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, penyebab hawar daun bakteri (HDB) dapat menyebar antartanaman melalui air irigasi, yang menunjukkan kualitas adaptasi patogen yang tinggi. Selain itu, gejala penyakit virus kadang-kadang menjadi kurang jelas pada lingkungan dengan suhu yang tinggi. Kelangkaan gejala dapat menimbulkan diagnosis penyakit yang keliru yang bisa berakibat pada tindakan pengendalian yang tidak tepat. Perubahan iklim tidak serta merta menyebabkan serangan semua jenis penyakit meningkat. Pada musim kemarau dimana perkembangan serangga vektor sangat baik, penyebaran penyakit virus cenderung meningkat. Sebaliknya, HDB dan blas berkembang dengan baik pada musim hujan. Namun kecenderungan tersebut tidak terjadi pada penyakit hawar daun jingga (penyebabnya belum jelas: fungi atau bakteri), dimana frekuensi kejadian penyakit relatif tinggi di musim kemarau. Akhir-akhir ini perubahan iklim dunia yang ditandai dengan adanya pemanasan global ternyata berkaitan erat dengan akumulasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. CO₂ serta panas dan cahaya matahari dalam mempengaruhi perkembangan patogen berperan sangat penting. Pengaruhnya terhadap patogen tanaman pangan diprediksi tidak selalu merugikan produksi pangan, karena kadar CO₂ yang tinggi akan meningkatkan produktivitas tanaman dan tanaman dimungkinkan semakin tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Walaupun demikian, dalam dekade terakhir meningkatnya serangan blas, HDB dan virus perlu lebih diwaspadai, terutama dalam mengurangi produksi padi.

Kata kunci: Perubahan iklim, GRK, produksi pangan, serangan penyakit.

PENDAHULUAN

Berbagai perubahan iklim dunia yang terjadi akhir-akhir ini, sebagian diduga berkaitan dengan tingginya aktivitas manusia yang menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂), gas metan (CH₄), gas oksida nitrogen (NO_x), uap air (H₂O), dan gas lainnya. Pelepasan gas-gas ini sebagai akibat pemakaian bahan bakar fosil oleh kendaraan di darat, laut, dan udara, pabrik-pabrik, penggundulan hutan serta pelepasan uap air dari lautan, permukaan bumi, dan makhluk hidup. Panas matahari yang jatuh ke bumi sebagian diserap berguna untuk menghangatkan permukaan bumi, sebagian lagi dipantulkan ke ruang angkasa.

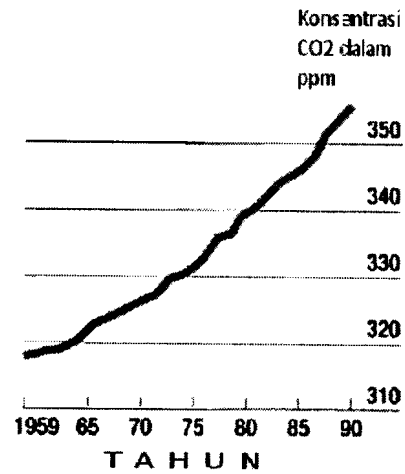


Gambar 1. Komposisi GRK (dalam persen) yang berpengaruh terhadap pemanasan global, 1980-1990 (Sumber: FAO 2005).

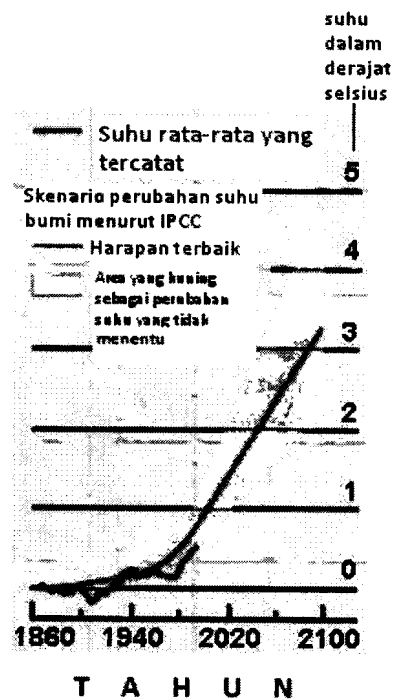
Dalam keadaan atmosfer mengandung berbagai gas seperti disebutkan di atas dalam jumlah berlebihan akan terbentuk lapisan-lapisan gas di atas permukaan bumi. Sebagian panas matahari yang dipantulkan bumi tadi tertahan oleh lapisan tersebut, oleh karenanya kemudian disebut efek gas rumah kaca (GRK), karena bertindak seolah atap kaca pada rumah kaca yang memerangkap pantulan panas tadi, sehingga suhu atmosfer meningkat. Kontribusi GRK terhadap pemanasan global dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada abad ke-20 peningkatan suhu global ini telah disadari akan menimbulkan dampak yang sangat luas, terutama terhadap bidang pertanian, dimana sebagian besar sumber pangan penduduk dunia berasal (FAO 2005).

Pemanasan global sangat berpengaruh terhadap bumi dan lapisan-lapisan yang mengelilinginya, baik yang dihuni makhluk hidup (biosfir), kerangka bumi (kriosfir), perairan (hidrosfir) maupun ruang berisi udara di atas permukaan bumi (atmosfir). Suhu atmosfer bumi diprediksi akan terus meningkat di masa yang akan datang, sehingga perlu dilakukan langkah antisipatif terhadap akibat dari perubahan iklim yang sangat ekstrim itu, seperti terjadinya ledakan hama dan penyakit, kekeringan, dan banjir. Panas dan cahaya matahari serta CO_2 (Gambar 2 dan 3) merupakan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap biosfir, termasuk tanaman pangan. Unsur-unsur cuaca itu menarik perhatian dan memperoleh porsi utama untuk diteliti. Pada saat ini senjang antara hasil penelitian yang bersifat modeling, biologi, fisika, dan kimia dengan pemanfaatannya di tingkat lapangan masih lebar. Meskipun demikian, dengan data awal yang telah dimiliki, maka rekomendasi untuk merakit teknologi produksi tanaman pangan dapat digunakan dalam menghadapi perubahan iklim yang terjadi.



Gambar 2. Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer (Sumber: IPCC 2001).



Gambar 3. Perkiraan kenaikan suhu global 100 tahun yang akan datang (Sumber: IPCC 2001).

Tabel 1. Potensi hilangnya tanah daratan akibat meningkatnya permukaan air laut di beberapa negara Asia

Negara	Asumsi kenaikan air laut (cm)	Potensi hilangnya tanah		Populasi yang rawan terhadap bencana ini pada 2050	
		(km ²)	(%)	(juta jiwa)	(%)
Bangladesh	100	29.846	21	32,8	13,5
India	100	5.763	0,4	12,7	0,8
Indonesia	60	34.000	2	3,1	1,1
Vietnam	100	40.000	12,1	26,9	23,1

Sumber: GEO Year Book (2006).

Perubahan iklim telah mulai dirasakan, seperti munculnya angin ribut, kekeringan yang berkepanjangan dan banjir yang melanda beberapa daerah di tanah air. Apabila emisi GRK tidak dapat ditekan atau dikurangi, maka prediksi kenaikan suhu bumi seperti ditunjukkan pada Gambar 3 mungkin akan terjadi. Walaupun saat ini kenaikan suhu atmosfer bumi baru beranjak sekitar 0,3 °C, namun telah menyebabkan beberapa gleyser mulai runtuh dan sebagian gunung es mencair, sehingga dikhawatirkan permukaan laut akan naik dan menyebabkan hilangnya tanah pertanian yang produktif. Prediksi luas areal tanah yang berkurang tertera pada Tabel 1. Dengan hilangnya tanah pertanian yang produktif, maka diperkirakan upaya peningkatan produksi pangan akan mengalami hambatan. Rekomendasi kebijakan yang tepat perlu dipikirkan mulai sekarang untuk menutup kemungkinan berkurangnya produksi tanaman pangan, karena berkurangnya luas lahan pertanian yang produktif.

Kehilangan Hasil Panen karena Gulma, Hama, dan Penyakit

Kehilangan hasil panen padi, jagung, dan kedelai yang disebabkan oleh gulma, hama, dan penyakit secara global dapat dilihat pada Tabel 2. Angka kehilangan hasil yang cukup besar terutama pada tanaman padi dan terjadi di benua Asia (Oerke *et al.* 1995), hal ini terjadi karena hampir 90% padi dunia dibudidayakan di Asia.

Tabel 2. Produksi dunia tiga jenis tanaman pangan dan perkiraan kehilangan hasil oleh patogen dan serangga hama, 1988–1990

Tanaman	Produksi	Kehilangan hasil karena	
		Patogen	Serangga
		----- milyar US\$ -----	
Padi	106,4	33,0	45,4
Jagung	44,0	7,8	10,4
Kedelai	24,2	3,2	3,7

Sumber: Oerke *et al.* (1995).

Pengaruh CO₂ terhadap Tanaman dan Patogen

Kandungan CO₂ di atmosfer yang beragam sangat mempengaruhi perkembangan penyakit pada tanaman pangan. Sebagai contoh terjadinya perkembangan patogen tertentu pada tanaman kacang-kacangan, *Stylosanthes scabra*. Hasil penelitian Chakraborty dan Datta (2003) menunjukkan betapa pentingnya mengetahui kadar CO₂ di udara sekitar pertanaman itu. Kandungan CO₂ di udara mempengaruhi keganasan, lama hidup, dan genotipe jamur patogen *Colletotrichum gloeosporoides* yang menyebabkan penyakit pada tanaman kacang-kacangan tersebut. Jamur patogen ini pada kondisi lapangan dengan kadar CO₂ dua kali lipat dibandingkan dengan kondisi normal menjadi sangat agresif pada varietas yang tahan, tetapi tidak pada varietas yang rentan. Walaupun kemudian diketahui bahwa derajat serangan penyakitnya rendah, tetapi kemampuan patogen menginfeksi tanaman dari kelompok varietas yang tahan, menunjukkan adanya tekanan yang sangat tinggi dari patogen terhadap varietas tahan ini di kemudian hari.

Faktor CO₂ yang Berpengaruh terhadap Interaksi Inang-Patogen

Penelitian terbaru tentang aspek fisiologi, biokimia, dan mekanisme molekuler tentang interaksi inang-patogen di bawah kondisi CO₂ tinggi atau kondisi dari elemen pemanasan global yang lain, ternyata memberikan hasil yang menggembirakan, pengaruh CO₂ yang tinggi menyebabkan pengurangan jumlah stomata yang membuka, perubahan kimia daun, dan mengurangi infeksi patogen (McElrone *et al.* 2005). Udara yang panas dan kering dapat menyebabkan tanaman lemah dan mudah terinfeksi patogen, namun dapat terjadi sebaliknya, yaitu mengaktifkan sistem pertahanan tubuh tanaman, sehingga tanaman dapat terlindung dari serangan penyakit (Green *et al.* 2008). Menggiatkan penelitian tentang interaksi inang-patogen dapat mengarah pada pembentukan unsur-unsur pengendalian penyakit secara rasional untuk menghadapi tantangan pada kondisi pemanasan global di masa yang akan datang.

Efek Pemanasan Global terhadap Patogen dan Dinamika Penyakit

Akhir-akhir ini kejadian serangan penyakit hawar daun bakteri pada padi secara nasional terus meningkat. Pada tahun 2003 sebesar 25.403 ha menjadi 74.243 ha pada tahun 2006, dimana kontribusi luas serangan yang tinggi terjadi di daerah Jawa Barat, yaitu 40% atau seluas 30.150 ha pada tahun 2006 (Ditlin 2007). Peningkatan serangan penyakit diduga berhubungan dengan perubahan patotipe (strain) bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, penyebab penyakit HDB. Serangan penyakit diperparah oleh adanya peningkatan suhu atmosfer (Gambar 3) dan di daerah Jawa Barat dimungkinkan juga oleh ketersediaan air pengairan yang cukup. Faktor irigasi ini penting bagi penyebaran bakteri tersebut secara alamiah dan ini menunjukkan kualitas hasil evolusi bakteri dengan kemampuannya untuk menyebar melalui air irigasi.

Pemanasan global juga dapat mempengaruhi kualitas gejala penyakit tanaman yang disebabkan oleh virus, yaitu tanaman sakit kadang-kadang tidak menunjukkan gejala penyakit sama sekali. Gejala yang tidak nampak dapat menyebabkan kesalahan dalam mendiagnosis penyakit, sehingga tindakan pengendalian penyakit yang dilakukan tidak dapat menolong pertanian, karena terlambat mengantisipasi saat epidemi penyakit telah terjadi. Hal ini dapat dilihat dari penyakit tungro yang selalu berubah, kadang muncul di suatu musim, tetapi di musim lainnya tidak tampak. Demikian pula dengan serangan penyakit virus kerdil hampa, dimana gejala penyakit hanya ditunjukkan oleh ujung daunnya yang melintir saja dan tidak menunjukkan gejala serangan yang sangat parah seperti tanaman yang kerdil dan menghasilkan malai hampa. Perubahan genetik yang terjadi tidak dapat dianalisis secara sepiantas, melainkan harus melalui tahapan-tahapan pengetahuan yang merupakan hasil dari serangkaian penelitian. Pada saat diperlukan, maka pengetahuan tentang karakteristik suatu penyakit akan sangat berguna dalam penanggulangan penyakit dan akan memudahkan kesiapan kita dalam menghadapi akibat yang ditimbulkan oleh perubahan iklim, khususnya terhadap perkembangan penyakit tanaman pangan.

Sampai saat ini, penyakit padi yang belum jelas penyebabnya, apakah disebabkan oleh fungi atau bakteri, adalah penyakit hawar daun jingga. Penyakit tersebut muncul pada saat informasi perubahan iklim sedang giat-giatnya disampaikan ke masyarakat luas pada akhir abad ke-20. Serangan penyakit ini agak berbeda dengan penyakit lainnya, karena relatif banyak terjadi di musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan. Seandainya penyebabnya adalah fungi, ada kecenderungan bahwa fungi menginfeksi tanaman di musim hujan, tetapi fakta serangan penyakit di musim hujan ternyata rendah. Hal ini kemungkinan terjadi karena faktor-faktor pendukung terjadinya infeksi kurang maksimal. Banyaknya air di musim hujan merupakan faktor pengencer inokulum, sehingga keganasan penyakit menjadi berkurang. Sebaliknya di musim kemarau sering terjadi serangan penyakit tersebut walaupun faktor kelembaban berkurang. Hal ini kemungkinan besar disebabkan patogen mampu beradaptasi dengan keadaan lingkungan yang demikian atau pada kelembaban saat tertentu saja, yaitu pada saat terjadinya kelembaban yang tinggi di malam hari. Dengan demikian, penyakit hawar daun jingga merupakan salah satu contoh dari hasil perkembangan penyakit baru pada era perubahan iklim karena pemanasan global.

Efek pemanasan global sangat terasa di negara yang mempunyai iklim dengan empat musim. Kenaikan suhu 0,1–0,3 °C pada abad yang lalu menyebabkan perubahan pada perkembangan penyakit tanaman. Chakraborty *et al.* (2008) telah melaporkan adanya perubahan DNA patogen penyebab penyakit tanaman gandum, karena perubahan curah hujan di musim semi, suhu di musim panas, dan emisi SO₂. Adapun teknik yang digunakan dalam penelitian itu ialah *polymerase chain reaction* (PCR). Pada penelitian lain yang juga menggunakan teknik PCR, dimana terjadi perubahan komposisi

RNA pada virus sferikal tungro padi dan dilaporkan telah dapat dipetakan. Dinamika perubahan komposisi RNA virus biasa terjadi pada kelompok virus yang tergolong sangat mudah berubah (*quasy species*), dimana virus sferikal tungro padi ini merupakan salah satu anggotanya (virus RNA). Dari delapan varian virus ini yang berhasil diidentifikasi di Filipina dan Indonesia, empat sampai lima varian (strain molekuler) ditemukan di Indonesia. Faktor lokasi dan musim tanam ternyata menentukan perbedaan komposisi varian virus di suatu pertanaman padi (Azzam *et al.* 2000). Walaupun demikian, hubungan kejadian serangan virus dengan komposisi variannya masih belum jelas; dengan adanya perubahan iklim global yang menambah kemajemukan (kompleksitas) masalah penyakit ini, kiranya perlu memperoleh perhatian untuk diteliti lebih lanjut agar ada kesiapan dalam menghadapi perubahan iklim yang sekarang sedang berlangsung.

Efek Kekeringan terhadap Serangga Vektor dan Virus pada Padi

Efek dari pemanasan global ialah banjir di musim hujan atau kekeringan di musim kemarau. Suhu atmosfer dan radiasi sinar surya yang tinggi menyebabkan lingkungan tanaman, seperti udara dan tanah menjadi kering. Hal ini akan mempengaruhi langsung perkembangan populasi serangga hama, apakah meningkat atau menurun. Sedangkan efek tidak langsungnya ialah menyebabkan tanaman inang lemah dan musuh alami serangga hama berkurang, sehingga efeknya menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan populasi serangga hama, yang pada gilirannya menyebabkan ledakan hama tersebut (Mattson and Haack, 1987). Akan tetapi pada keadaan yang sangat ekstrim, panas dan kekeringan menyebabkan tanaman inang serangga hama pun mati, sehingga pada gilirannya hama pun berkurang.

Bila populasi serangga vektor penyebab penyakit virus tanaman berkurang atau meningkat, akan mendorong penyakit virus berkurang atau sebaliknya, bahkan ke tingkat epidemik. Walaupun demikian, kejadian pada penyakit tungro di Indonesia menunjukkan perilaku yang sangat berbeda, karena populasi vektor (wereng hijau) yang tinggi tidak selalu berkorelasi positif dengan tingginya kejadian serangan penyakit tungro. Kejadian ini masih perlu diverifikasi lebih lanjut, dengan merumuskan hipotesisnya yang berkaitan dengan keberadaan sumber virus dan mutu sumbernya.

Efek Langsung dan Tidak Langsung dari Perubahan Iklim

Efek perubahan iklim yang bersifat langsung adalah kekeringan dan banjir, sedangkan efek tidak langsung antara lain mendorong pertumbuhan dan perkembangan hama dan penyakit tanaman. Peningkatan populasi hama dan penyakit akan memperbanyak penggunaan pestisida, terutama setelah tahun 1970 dimana pada era revolusi hijau pestisida sangat bermanfaat untuk mengendalikan hama dan penyakit. Akibatnya adalah terjadi pencemaran lingkungan dan kurang sehatnya lingkungan merupakan efek yang tidak

langsung dari perubahan iklim ini. Efek perubahan iklim di wilayah dengan empat musim lebih nyata dibandingkan dengan di negara tropis (Rosenzweig *et al.* 2000). Pencemaran lingkungan karena penggunaan pestisida yang berlebihan, akan merugikan keseimbangan hayati di pertanian padi. Pertanian padi yang luas dan banyak diusahakan secara monokultur pada lingkungan hayati yang rusak akan memudahkan terjadinya ledakan serangan serangga hama dan apabila bertindak pula sebagai vector, maka epidemi penyakit virus yang ditularkannya tidak bisa dihindarkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari tulisan ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan iklim karena pemanasan global telah mulai berlangsung, dimana tanda-tanda dan akibatnya, terutama pada tanaman pangan dan terhadap perkembangan hama-penyakit mulai terlihat jelas. Hama dan penyakit yang sudah lama dikenal, berubah menjadi ganas dan yang baru muncul pun mengancam produksi tanaman pangan.
2. Penyakit tanaman pangan, khususnya padi, sangat berkembang pada keadaan perubahan iklim termasuk penyakit hawar daun bakteri, hawar daun jingga, dan virus sferikal tungro padi.

Saran

Beberapa saran untuk mengantisipasi perubahan iklim adalah:

1. Perubahan iklim berpengaruh terhadap patogen dan tanaman inangnya, sehingga perlu memperhatikan perkembangan patogen atau penyakit, apakah berkembang secara cepat atau bahkan sebaliknya perkembangannya tertekan.
2. Perkembangan penyakit tanaman yang mengarah ke epidemi, seperti penyakit hawar daun bakteri perlu mendapat perhatian khusus. Banyak aspek penyakit yang belum diteliti, seperti kehilangan hasil padi berdasarkan lokasi dan musim, serta teknik pengendalian yang efektif bila terjadi epidemi.
3. Penyakit yang muncul yang berkaitan dengan perubahan iklim global, seperti hawar daun jingga perlu memperoleh porsi penelitian yang cukup, dalam rangka antisipasi untuk menghindari kehilangan hasil yang ditimbulkannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzam, O., M.L.M. Yambao, M. Muhsin, K. McNally, and K. Umadhay. 2000. Genetic diversity of rice tungro spherical virus in tungro endemic provinces of the Philippines and Indonesia. *Arch. Virol.* 145: 1183–1197.
- Chakraborty, S. and S. Datta. 2003. How will plant pathogen adapt to host plant resistance at elevated CO₂ under a changing climate? *New Phytologist* 159: 733–742.
- Chakraborty, S., J. Luck, G. Hollaway, A. Freeman, R. Norton, K.A. Garret, K. Percy, A. Hopkins, C. Davis, and D.F. Karnosky. 2008. Impact of global change on diseases of agricultural crops and forest trees. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition, and Natural Resources*. Vol. 3 (054). 15 p.
- Ditlin (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan). 2007. Data serangan hama dan penyakit tanaman padi, 2002–2006. Diakses dari internet 11 Juli 2007 pada website: www.proteksi.tanamanpangan.go.id.
- FAO. 2005. Special event on impact of climate change, pests and diseases on food security and poverty reduction. 31st Session of the Committee on World Food Security, Rome.
- GEO YearBook. 2006. Crop production in a changing climate. *GEO YearBook* 2006. p. 60–70.
- Green, S., D. Ray, G.A. MacAskill. 2008. Risk to sitka spruce and other forest tree species in Scotland due to drought and fungal disease. *Proc. 9th Internatl. Congr. Pl. Path.*, Turin, Italy, 24–29 August 2008.
- IPCC. 2001. Climate change: Impact, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press. 1000 p.
- Mattson, W.J. and R.J. Haack. 1987. The role of drought in outbreak of plant-eating insects. *BioScience* 37(2): 374–380.
- McElrone, A.J., C.D. Reid, K.A. Hoyer, E. Hart, and R.B. Jackson. 2005. Elevated CO₂ reduces disease incidence and severity of a red maple fungal pathogen via changes in host physiology and leaf chemistry. *Global Change Biology*. 11: 1828–1836.
- Oerke, E.C., H.W. Dehne, F. Schohnbeck, and A. Weber. 1995. Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier, Amsterdam. 808 p.
- Rosenzweig, C., A. Iglesias, Y.B. Yang, P.R. Epstein, and E. Chivian. 2000. Climate change and US Agriculture: The Impacts of Warming and Extreme Weather Events on Productivity, Plant Diseases and Pests. CFHGE Harvard Medical School: Boston, MA, USA.