

SEBARAN DAERAH RENTAN PENYAKIT DBD MENURUT KEADAAN IKLIM MAUPUN NON IKLIM

(Distribution of Vulnerable Region of Dengue Fever Disease based on Climate and Non-Climate Condition)

Rini Hidayati¹, Rizaldi Boer¹, Yonny Koesmaryono¹, Upik Kesumawati², Sjafrida Manuwoto³

¹Staf Pengajar pada Departemen Geofisika dan Meteorologi FMIPA IPB

²Staf Pengajar pada Lab Entomologi Kesehatan Veteriner FKH, IPB

³Guru Besar pada Lab. Entomologi Dept Proteksi Tanaman Faperta IPB

Abstract

This research was aimed to investigate distribution of vulnerable region of dengue fever disease based on climate condition and population density in Indonesia. Climate condition, population density and vulnerability of district level were defined in the form of ordinal variable. The Koppen classification was used to proxy the climate condition. The population density was used to categorize the district level into small, medium and big cities. Regional vulnerability level was developed by using the values of IR and the 3-year consecutive incidence. The result of analysis using the frequency of incidence clarified that the population density and climate pattern influences the vulnerable level of the district. The big cities whose climate type are of Am (annual rainfall more than 1000 mm) and dry season is not extreme are the riskiest vulnerable region. On the contrary, the small cities whose dry season is not clear have high probability to be the safest region.

Keyword: *climate class, dengue fever disease, district level, dry season, regional vulnerability level*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

DBD termasuk salah satu penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus (sebagai patogen) dan ditularkan oleh vektor (nyamuk *Aedes aegypti*). Curah hujan merupakan faktor penentu tersedianya tempat perindukan bagi nyamuk vektor. Hujan dengan intensitas yang cukup akan menimbulkan genangan air di penampung air sekitar rumah maupun di cekungan-cekungan yang merupakan tempat telur nyamuk menetas. Curah hujan yang besar menyebabkan genangan air melimpah sehingga nyamuk pradewasa tersebar ke tempat lain yang sesuai atau tidak sesuai untuk menyelesaikan siklus kejadian penularan penyakit. Oleh karena itu ledakan penyakit DBD di Indonesia mengikuti pola penerimaan curah hujan, yaitu terjadi antara awal hingga akhir musim hujan (Corwin *et al.*, 2001; Sasmito *et al.*, 2006; Sukowati, 2004).

Penyerahan naskah: 27 April 2008

Diterima untuk diterbitkan: 17 Mei 2008

Hampir seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah beriklim tropika basah, menurut klasifikasi Koppen termasuk ke dalam tipe iklim Aw, Am dan Af. Pada wilayah dengan tipe iklim ini suhu hangat, kelembaban tinggi, air dari curah hujan seringkali tersedia untuk tempat perindukan nyamuk. Keadaan ini merupakan keadaan yang potensial untuk mendukung perkembangan nyamuk *Aedes aegypti*, vektor penyakit DBD³. Pada tipe iklim Am dan Aw terdapat musim hujan dan kemarau yang nyata sehingga terdapat periode tanpa genangan air di alam bebas. Pada tipe Af, penerimaan curah hujan rata-rata bulanannya selalu lebih dari 60 mm, hampir sepanjang tahun kejadian hujan mendukung siklus hidup nyamuk.

Adanya bulan kering ($CH < 60$ mm per bulan) menunjukkan adanya periode di mana penerimaan radiasi surya relatif besar dan suhu yang hangat. Keadaan ini diperlukan untuk mendukung perumbuhan dan perkembangan seluruh mahluk hidup termasuk vektor penular dan patogen penyebab penyakit DBD. Menurut teori satuan panas, bertambahnya suhu lingkungan di bawah suhu maksimum pertumbuhan akan menambah kecepatan pertumbuhan dan perkembangan mahluk hidup (WMO, 1981). Kecepatan pertumbuhan dan aktivitas nyamuk serta kecepatan perkembangan virus semakin meningkat dengan bertambahnya suhu udara hingga kisaran suhu optimumnya.

Penentu utama besarnya jumlah kasus kejadian penyakit infeksi adalah daya dukung lingkungan pada keadaan faktor penyebab dan penularannya. Keadaan kedua faktor ini tidak hanya dipengaruhi oleh lingkungan fisik seperti kejadian iklim, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan yang lain. Peubah selain iklim yang menjadi penentu utama kejadian DBD adalah peubah politik, ekonomi dan aktivitas manusia (Reiter, 2001). Kecenderungan penambahan penduduk, meningkatnya kepadatan penduduk di pusat kota, dan bertambahnya volume kunjungan internasional berkombinasi dengan kontrol vektor yang kurang efektif, memberi peluang cepatnya evolusi virus (Hay, *et al.*, 2001), sehingga kasus kejadian penyakit cenderung tetap tinggi dari waktu ke waktu, jika tidak dilakukan pemberantasan secara efektif.

Meskipun faktor iklim yang berpengaruh pada penularan penyakit DBD sangat kompleks, kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor penentu kecepatan transmisi virus Dengue. Penyakit DBD berkembang pesat pada daerah tropik, terutama di daerah urban (Gubler, 2002).

Penduduk yang padat di daerah urban menjadikan jarak antar orang lebih dekat sehingga kemampuan nyamuk untuk menularkan virus lebih besar pada lebih dari satu orang dalam waktu yang singkat. Keterbatasan jarak terbang nyamuk akan dinetralkan dengan jarak antar orang yang dekat jika kepadatan penduduk tinggi.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum sebaran wilayah rentan terhadap penyakit DBD di Indonesia menurut keadaan iklim dan kepadatan penduduk. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran tingkat resiko suatu wilayah jika tingkat kepadatan dan keadaan iklimnya diketahui.

BAHAN DAN METODE

Menentukan Kelas Iklim

Data yang diperlukan dalam analisis ini adalah data curah hujan rata-rata bulanan dari stasiun-stasiun pengamatan hujan yang tersebar di seluruh kabupaten/kotamadya (DTII) contoh di Indonesia yang berada pada ketinggian kurang dari 1000 mdpl. Tahapan analisis penentuan kelas iklim Koppen meliputi:

1. Menghitung curah hujan rata-rata bulanan dan tahunan wilayah DTII, dengan cara merata-ratakan secara aritmatik sederhana data curah hujan dari seluruh stasiun pada DTII yang bersangkutan pada periode yang sesuai. Tahapan ini akan menghasilkan data curah hujan rata-rata tahunan (Y) dan rata-rata bulan terkering (x mm).
2. Menggolongkan wilayah dengan rata-rata curah hujan bulan terkering sama atau lebih dari 60 mm ke dalam kelas iklim Af. Jika curah hujan bulan terkering kurang dari 60 mm, wilayah digolongkan ke dalam kelas Am atau Aw dengan mengikuti langkah selanjutnya.
3. Menghitung perbandingan hujan rata-rata tahunan dan hujan bulan terkering untuk wilayah yang tidak termasuk subkelas Af dari persamaan $y = 2500 - 25x$.
4. Menggolongkan wilayah ke dalam subkelas Am jika $Y \geq y$, dan ke dalam kelas Aw jika $Y < y$.

Catatan : hampir seluruh DTII yang ada di Indonesia berada pada ketinggian tempat kurang dari 1000 mdpl, sehingga suhu udara rata-rata tahunannya selalu lebih dari 18°C. Dalam Klasifikasi

Koppen daerah tersebut digolongkan dalam kelas iklim A (Daerah Hutan Hujan Tropik), sehingga analisis hanya dikhususkan pada kelas Iklim A.

Menentukan Ukuran Kota

Kota dikelompokkan menjadi tiga, yakni kota kecil, kota sedang dan kota besar. Pengelompokan kota didasarkan pada data kepadatan penduduk per km² pada setiap wilayah DTII. Data kepadatan penduduk yang dipergunakan adalah data proyeksi kepadatan penduduk tahun 2005 yang bersumber dari BPS. Batasan yang dipergunakan adalah:

1. Kota kecil adalah DTII dengan kepadatan penduduk kurang dari 1000 orang km⁻²
2. Kota sedang adalah DTII dengan kepadatan penduduk antara 1000 - 5000 orang km⁻²,
3. Kota besar adalah DTII dengan kepadatan penduduk lebih dari 5000 orang km⁻².

Menghitung Frekuensi Kejadian Tingkat Endemik menurut Kelas Iklim dan Ukuran Kota

Bahan dalam analisis ini adalah data IR bulanan pada tingkat daerah tingkat II (kabupaten/kota). Tahapan analisis meliputi:

1. Penentuan indeks kerentanan (IK) bulanan berdasarkan persamaan

$$IK = (0,2 * F_r + 1,6 * F_s + 16,5 * F_b) * (m + n) / (2 * n - 2).$$

F_r : frekuensi kejadian dengan IR < 0,4; F_s : frekuensi kejadian dengan IR antara 0,4 hingga 2,8; dan F_b : frekuensi kejadian dengan IR > 2,8; m jumlah deret kejadian 3 tahunan; n jumlah tahun yang ditinjau.

2. Penentuan tingkat endemik berdasarkan indeks kerentanan. Tingkat endemik wilayah didapatkan dengan cara menjumlahkan dua belas Indeks Kerentanan (IK) bulanan menjadi IK tahunan. Tingkat endemik wilayah dikelompokkan menjadi:
 - a. Tingkat endemik ringan jika IK tahunan < 12 (rata-rata IK bulanan < 1,0).
 - b. Tingkat endemik sedang jika IK tahunan antara 12 hingga 42
 - c. Tingkat endemik berat jika IK tahunan antara 42 (rata-rata IK bulanan 3,5) hingga 120,
 - d. Tingkat endemik sangat berat jika IK tahunan > 120 (rata-rata IK bulanan > 10).
3. Berdasarkan data kelas iklim, ukuran kota dan kategori tingkat endemik seluruh DTII yang datanya lengkap, disusun beberapa kelompok dengan batasan ukuran kota atau kelas iklim

saja, atau kombinasi batasan kelas iklim dan ukuran kota untuk masing-masing tingkat endemik.

4. Pada setiap kelompok yang tersusun, dihitung frekuensi kejadiannya berdasarkan jumlah kejadian pada setiap tingkat endemik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Wilayah Rentan (*Frekuensi Kejadian Tingkat Endemik*) menurut Kelas Iklim

Berdasarkan hasil pengumpulan data, diperoleh 179 DTII yang datanya lengkap. 179 DTII tersebut tersebar di seluruh provinsi di Indonesia, terbanyak di Pulau Jawa. Hasil analisis klasifikasi iklim, 179 DTII terbagi menjadi 24 kelas Aw, 60 kelas Am, dan 94 kelas Af, dan 1 wilayah DTII yakni Jayawijaya tidak diolah lebih lanjut karena ketinggiannya lebih dari 1000mdpl sehingga dikhawatirkan tidak mewakili kelas iklim A.

Kelas Af adalah kelas iklim tanpa bulan kering (hujan < 60 mm per bulan), pada umumnya daerah ini mempunyai curah hujan tahunan yang tinggi pula. Diduga daerah ini kurang optimal untuk penularan penyakit DBD karena sering terjadi limpasan air, penerimaan radiasi surya dan suhu udara rata-rata agak rendah dibandingkan dengan wilayah Am dan Aw. Wilayah Af banyak tersebar di sekitar ekuator, daerah Sumatera bagian Barat, dan daerah lereng gunung bagian yang menghadap angin Baratan. Sebagian besar DTII di Jawa termasuk dalam kelas Am dan Aw.

Tabel 1. Jumlah kejadian empat tingkat endemik pada berbagai kelas iklim

Tk Endemik	Kelas Iklim			Jumlah
	Af	Am	Aw	
Sangat Berat	2	9	2	13
Berat	12	29	9	50
Agak Berat	19	16	13	48
Ringan	61	6	0	67
Jumlah	94	60	24	178

Menurut sebaran kelas iklim dari sejumlah 178 DTII, jumlah kejadian paling banyak ditemui pada kelas iklim Af pada tingkat endemik ringan (61), diikuti dengan 29 kejadian pada

tingkat endemik berat pada kelas iklim Am (Tabel 1). Jika dibandingkan dengan jumlah kejadian pada masing-masing tingkat endemik, maka resiko terbesar tingkat endemik sangat berat terjadi pada DTII dengan kelas iklim Am, yakni sebesar 69%. Resiko tingkat endemik berat terbesar juga terjadi pada DTII dengan kelas iklim Am, yakni sebesar 58%, sedangkan resiko tingkat endemik ringan terbesar berada pada DTII dengan kelas iklim Af, yakni sebesar 91% (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai frekuensi kejadian empat tingkat endemik pada tiga kelas iklim ditinjau dari masing-masing tingkat endemik.

Tk Endemik	Af	Am	Aw	Total
Sangat Berat	0,15	0,69	0,15	1,00
Berat	0,24	0,58	0,18	1,00
Agak Berat	0,40	0,33	0,27	1,00
Ringan	0,91	0,09	0,00	1,00

Tabel 3. Nilai frekuensi kejadian empat tingkat endemik pada tiga kelas iklim ditinjau dari masing-masing kelas iklim.

Tk Endemik	Kelas Iklim		
	Af	Am	Aw
Sangat Berat	0,02	0,15	0,08
Berat	0,13	0,48	0,38
Agak Berat	0,20	0,27	0,54
Tidak Berat	0,65	0,10	0,00
Jumlah	1,00	1,00	1,00

Jika dibandingkan dengan jumlah kejadian pada masing-masing kelas iklim didapatkan bahwa frekuensi kejadian terbesar tingkat endemik tidak berat juga ditemui pada kelas iklim Af (65%), endemik agak berat pada kelas iklim Aw (54%) dan endemik berat pada kelas iklim Am (48%, Tabel 3). Hal tersebut juga menggambarkan bahwa wilayah dengan kelas iklim Am mempunyai resiko lebih besar untuk menjadi daerah endemik berat atau sangat berat, dan wilayah dengan kelas iklim Af mempunyai potensi lebih besar untuk menjadi daerah endemik ringan atau bukan endemik. Dengan kata lain, daerah yang potensial untuk menjadi daerah endemik berat adalah daerah dengan kelas iklim Am. Daerah Af dan Aw mempunyai potensi untuk terbebas menjadi daerah endemik penyakit DBD.

Sebaran Wilayah Rentan menurut Ukuran Kota (Kepadatan Penduduk)

Faktor non iklim yang lengkap dan dapat dianalisis dalam tahapan ini adalah data jumlah dan kepadatan penduduk. Meskipun pada umumnya faktor non iklim yang berkorelasi besar dengan IR adalah jumlah penduduk, akan tetapi faktor keragaman jumlah penduduk sudah diminimalkan dalam perhitungan angka IR. Oleh karena itu faktor non iklim yang dipergunakan dalam analisis selanjutnya adalah data kepadatan penduduk.

Sebagian besar DTII di Indonesia mempunyai kepadatan penduduk kurang dari 1000 orang per km² wilayah. Kepadatan penduduk dihitung berdasarkan jumlah penduduk dibagi dengan luas keseluruhan wilayah DTII. Data ini tidak menggambarkan penyebaran penduduk yang dapat mewakili kepadatan penduduk pada daerah transmisi penyakit DBD. Biasanya penduduk terkonsentrasi pada daerah-daerah pemukiman saja. Demikian juga sebaran penderita DBD biasanya hanya terkonsentrasi pada tingkat kecamatan, bahkan RW endemik saja. Meskipun demikian karena data tidak tersedia pada tingkat wilayah administrasi yang lebih sempit, maka data kepadatan penduduk tingkat DTII tetap dipergunakan untuk analisis.

Tabel 4. Jumlah kejadian empat tingkat endemik pada berbagai katagori kota

Tingkat Endemik	Katagori Kota			Jumlah
	Besar	Sedang	Kecil	
Sangat Berat	9	2	2	13
Berat	8	14	28	50
Agak Berat	2	8	38	48
Ringan	1	5	61	67
Jumlah	20	29	129	178

Berdasar 178 data yang dianalisis terdapat 20 DTII yang termasuk kota besar, 29 kota sedang dan 129 kota kecil. Umumnya kota kecil terdapat di luar Pulau Jawa, dan sebagian kecil di Pulau Jawa. Menurut katagori kota yang didasarkan pada data kepadatan penduduk, kejadian terbesar ditemui pada kota kecil dengan tingkat endemik ringan (61 kejadian). Di kota sedang kejadian terbesar terjadi pada tingkat endemik berat (14 kejadian), dan di kota besar kejadian terbesar terjadi pada tingkat endemik sangat berat (Tabel 4). Jumlah kota kecil paling besar, hal ini menyebabkan bentuk frekuensi kejadian dengan pola berbeda. Jika dibandingkan dengan

jumlah kejadian pada masing-masing tingkat endemik, maka resiko tingkat endemik sangat berat terbesar terjadi pada kota besar (69%). Resiko tingkat endemik berat hingga ringan terbesar terjadi pada kota kecil (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai frekuensi kejadian empat tingkat endemik pada tiga katagori kota ditinjau dari masing-masing tingkat endemik.

Tingkat Endemik	Kt Besar	Kt Sedang	Kt Kecil	Total
Sangat Berat	0,69	0,15	0,15	1,00
Berat	0,16	0,28	0,56	1,00
Agak Berat	0,04	0,17	0,79	1,00
Ringan	0,01	0,07	0,91	1,00

Jika perhitungan didasarkan pada jumlah kejadian menurut masing-masing katagori kota, maka tidak didapatkan nilai frekuensi yang melebihi 50% (Tabel 6). Meskipun demikian masih dapat dilihat bahwa kota besar didominasi oleh kejadian endemik sangat berat dan endemik berat (total 90% kejadian). Kota sedang didominasi oleh tingkat endemik yang lebih rendah, yakni endemik berat dan agak berat (total 76% kejadian), dan kota kecil didominasi dengan kejadian endemik ringan dan agak berat (total 76% kejadian). Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin padat penduduk kota semakin tinggi resiko tingkat endemik kota tersebut.

Tabel 6. Nilai frekuensi kejadian empat tingkat endemik pada tiga katagori kota ditinjau dari masing-masing katagori kota.

Tingkat Endemik	Katagori Kota		
	Besar	Sedang	Kecil
Sangat Berat	0,45	0,07	0,02
Berat	0,40	0,48	0,22
Agak Berat	0,10	0,28	0,29
Ringan	0,05	0,17	0,47
Jumlah	1,00	1,00	1,00

Sebaran Wilayah Rentan (*Frekuensi Kejadian Tingkat Endemik*) menurut Kombinasi Kelas Iklim dan Kepadatan Penduduk

Tinjauan sebaran wilayah rentan dibagi menjadi tiga kelompok, yakni kelompok menurut kelas iklim, kelompok menurut kepadatan penduduk dan kelompok menurut kombinasi iklim dan kepadatan penduduk. Sebaran nilai frekuensi kejadian dapat menggambarkan resiko wilayah

terhadap tingkat endemik DBD. Sebaran frekuensi kejadian menurut kelas iklim/kepadatan penduduk/kombinasi keduanya menggambarkan resiko wilayah dengan ciri kelas iklim/kepadatan penduduk/kombinasi keduanya terhadap tingkat endemik.

Berdasar perhitungan jumlah kejadian menurut kombinasi kelas iklim dan kepadatan penduduk, pola sebaran tingkat endemik tidak berbeda dengan jika hanya mempertimbangkan faktor tunggal kelas iklim atau kepadatan penduduk saja. Nilai frekuensi kejadian yang paling dominan adalah pada tingkat endemik ringan ditemui pada kota kecil dengan kelas iklim Af, dan tingkat endemik sangat berat, ditemui pada kota besar dengan kelas iklim Am (Tabel 7). Tidak ada pola yang jelas pada kota sedang dengan berbagai kelas iklim, dalam arti tingkat resiko kejadian berbagai tingkat endemik sama kecilnya. Demikian juga pada pola iklim Aw, tidak ada resiko yang mendominasi.

Tabel 7. Nilai frekuensi kejadian pada empat tingkat endemik (Tk End) ditinjau dari pengaruh kombinasi katagori kota dan kelas iklim.

Ukuran Kota	Besar			Sedang			Kecil			Jumlah data	Frekuensi Total
	Af	Am	Aw	Af	Am	Aw	Af	Am	Aw		
Kls Iklim / Tk End											
Sangat Berat	0,08	0,54	0,08	0,08	0,08	0,00	0,00	0,08	0,08	13	1,00
Berat	0,02	0,12	0,02	0,08	0,18	0,02	0,14	0,28	0,14	50	1,00
Agak Berat	0,00	0,04	0,00	0,04	0,06	0,06	0,35	0,23	0,21	48	1,00
Ringan	0,01	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,85	0,06	0,00	68	1,00

Hasil analisis frekuensi kejadian menunjukkan beberapa hal antara lain :

1. tingkat endemik berat terjadi pada kota yang padat penduduknya, hujan tahunan relatif besar (>1000mm per tahun), memiliki bulan kering tetapi tidak terlalu kering (Kelas Am). Dengan kata lain kota besar dengan curah hujan tahunan cukup besar tetapi memiliki bulan kering mempunyai resiko yang lebih besar untuk menjadi wilayah endemik berat,
2. kota kecil dengan hujan hampir merata sepanjang tahun mempunyai potensi besar untuk menjadi wilayah dengan tingkat endemik ringan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kepadatan penduduk dan pola iklim mempengaruhi tingkat endemik wilayah DTII
2. Resiko terjadinya tingkat endemik berat terjadi pada kota padat penduduk, hujan tahunannya relatif besar (lebih dari 1000 mm) tetapi memiliki bulan dengan curah hujan kurang dari 60 mm
3. Kota dengan penduduk tidak padat dan tidak memiliki bulan kering yang nyata, berpotensi menjadi daerah bukan endemik atau endemik ringan yang besar

Saran

Jika letak kecamatan endemik di dalam DTII telah diketahui, maka penentuan kelas iklim dan perhitungan kepadatan penduduk untuk analisis serupa hanya memperhitungkan keadaan iklim dan kepadatan penduduk kecamatan-kecamatan endemik saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Corwin, A.L., Larasati, R.P., Bangs, M.J., Wuryadi, S., Arjoso, S., Sukri, N., Listyaningsih, E., Hartati, S., Namursa, R., Anwar, Z., Chandra, S. Loho, B., Ahmad, H., Campbell, J.R., and Porter, K.R. 2001. Epidemic Dengue Transmission in Southern Sumatra, Indonesia. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 95 : 257 – 26511
- Gubler, D.J. 2002. Epidemic Dengue / Dengue Hemorrhagic Fever as a Public Health, Social and Economic Problem in the 21-st Century. (Forum) *TREND in Microbiology*. 10 (2)
- Hales, S; de Wet, N; Maindonald, J; and Woodward, A. 2002. Potential Effect of Population and Climate Changes on Global Distribution of Dengue Fever : an Empirical Model. *Lancet*. <http://image.thelancet.com/extras/01art11175web.pdf> (cited 2006 August)
- Hay, I.S.,Myers, M.F., Burke, D.S., Vaughn, D.W., Endy, T., Ananda, N., Shanks, G.D., Snow,W., and Rogrs, D.J. 2000. Etiology of interepidemic periods of mosquito-borne disease. *PNAS*, 2000. 97(16): 9335–9339. www.pnas.org (cited 2006, Oct)
- Reiter, P. 2001. Climate Change and Mosquito-Born Disease. *Environmental Health Perspectives* , 109(1): 141-161
- Sasmito, A. dan Tim BMG 2006. Protipe model Peringatan Dini Bahaya Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah DKI Jakarta. Makalah disampaikan pada Seminar Hasil Penelitian Pengembangan Meteorologi dan Geofisika tahun 2006. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta. 2006.

Sukowati, S. 2004. Dampak Perubahan Lingkungan Terhadap Penyakit Tular Nyamuk (Vektor) di Indonesia. Makalah Utama pada Seminar Nasional IV Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor. Bogor 5 Oktober 2004.

WMO. 1981. Guide to Agricultural Meteorology Practices (WMO-No:134). Secret of WMO. Geneva. Switzerland.