

**ANALISIS PELUANG DERET HARI KERING PADA TANAMAN PADI TADAH HUJAN
DI KABUPATEN KULONPROGO DALAM PERSPEKTIF TOPOSEKUENS**

**(Probability Analysis of Dry Spell on Rainfed Paddy at Kulon Progo District in
Toposequence Perspective)**

Fibrianty dan Sarjiman

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta

ABSTRAK

Penyimpangan dan perubahan iklim ditengarai berdampak terhadap jumlah curah hujan dan periode musim hujan dan musim kemarau. Perubahan tersebut perlu diantisipasi dengan menyesuaikan masa tanam untuk menekan resiko gagal panen. Penelitian ini bertujuan menganalisis peluang deret hari kering dan hubungannya dengan resiko kekeringan pada tanaman padi di Kabupaten Kulon Progo dalam perspektif toposekuens. Hasil analisis menunjukkan bahwa di wilayah tangkapan air, yaitu Samigaluh nilai peluang deret hari kering 15 hari berkisar antara 0,27 – 0,44 pada bulan Mei – September. Area Konservasi yaitu Kenteng, Kalibawang dan Kokap, peluang deret hari kering selama 15 hari di Kenteng 0,21 - 0,43 pada bulan April – Oktober, sementara di Kalibawang dan Kokap peluang deret hari kering > 0,2 pada bulan Mei-September. Zone pengguna meliputi Gembongan, Sapon dan Wates, Gembongan-Sapon peluang deret hari kering 15 hari > 0,2 pada bulan Mei-Oktober, sedangkan di Wates peluang deret hari kering 15 hari pada bulan Mei-September berkisar antara 0,21-0,32. Distribusi nilai peluang menunjukkan pada sebagian besar wilayah kajian peluang deret hari kering 10 dan 15 hari bernilai lebih dari 0,2 pada bulan Mei - Oktober dan puncak kekeringan pada bulan Agustus-September namun dengan tingkat kekeringan yang berbeda-beda dimana Kenteng dan Gembongan-Sapon tampaknya merupakan wilayah paling kering dibandingkan wilayah kajian lainnya pada tiga zone yang ada. Kekeringan pada tanaman padi di Kulon Progo umumnya terjadi pada bulan Mei - Juni , yang memperkuat dugaan bahwa keterlambatan tanam merupakan pemicu dialaminya kekeringan. Semestinya dengan pola hujan yang ada, MT I dimulai pada bulan November dan penanaman terakhir tidak melebihi bulan Januari terutama pada daerah yang bersifat lebih kering seperti Kenteng, Gembongan dan Sapon, lewat dari Januari maka resiko tanaman mengalami kekeringan akan semakin besar, terutama tanaman yang berada pada fase vegetatif, pembungaan dan inisiasi malai.

Kata Kunci : *toposekuens, fluvial, freatik, fluksial, peluang deret hari kering*

ABSTRACT

Climate anomaly has significant impact on rainfall and its pattern, whereas they were important factor in determining onset of wet and dry season. Changes in rainfall pattern need to anticipate with tailoring planting date for minimize harvest risk. This research purpose to analyse dry spell probability and its relation to drought risk on rainfed paddy at Kulon Progo District in Toposequence Perspective. Kulon Progo District was divided into three sequence, that were Fluvial as catchment area (i.e. Samigaluh); Freatik as conservation area (i.e. Kenteng, Kalibawang and Kokap); and Fluksial as user area (i.e. Gembongan- Sentolo, Sapon-Lendah and Wates). The aimed of this research was to analyze the drought periods and its relation with drought risks on rainfed rice

plant at Kulon Progo district in toposequence perspective. The probabilities of 15 day dry spell at Fluvial area were 0,27 – 0,44 on May-September. On Freatik area, the probabilities of 15 day dry spell were 0,21 - 0,43 on April-Oktober at Kenteng, while at Kalibawang and Kokap the probabilities were > 0,2 on May-September. The probabilities at Gembongan-Sapon were > 0,2 on May-October, while at Wates the probabilities on May-September were 0,21-0,32. The distribution of probability show that the probability of 15 day dry spell were > 0,2 at May-October and the driest periods were August-September but with various dry level, that Kenteng and Gembongan-Sapon were the driest area. Based on that analysis, the planting periods should be started on November and the last planting should not over than January, especially at Kenteng, Gembongan and Sapon.

Kata Kunci : *toposequence, fluvial, freatik, fluksial, dry spell*

PENDAHULUAN

Sistem pertanian berkelanjutan akan terwujud hanya apabila lahan digunakan untuk sistem pertanian yang tepat dengan cara pengelolaan yang sesuai dengan kondisi biofisiknya. Keberhasilan suatu sistem usahatani tidak terlepas dari ketepatan penentuan waktu tanam berkaitan dengan pola curah hujan di suatu wilayah, terlebih dengan adanya fenomena pemanasan global menyebabkan terjadi perubahan iklim dan siklus hidrologi, di Indonesia dampak yang dirasakan adalah semakin keringnya musim kemarau dan semakin tingginya intensitas banjir di musim hujan (Koesmaryono *et al.*, 1999; www.balitiklimat.litbang.deptan.go.id. 2006).

Berpijak pada latar belakang tersebut, maka perlu disusun suatu strategi untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan panen akibat kondisi iklim ekstrim baik banjir maupun kekeringan, diantaranya dengan penetapan waktu dan pola tanam berdasarkan perhitungan peluang deret hari kering.

Toposekuens adalah pegunungan yang memiliki lereng curam, dataran sempit, geologi yang tidak stabil dan rapuh, ada kegiatan vulkanik dengan dataran aluvial dihilirnya dan saluran drainase pendek (Pawitan dan Mudiyarso, 1997). Satu satuan toposekuens mempunyai tiga daerah hidrologis, yaitu daerah tangkapan (*Fluvial*), daerah konservasi (*Freatik*) dan daerah pengguna air (*Fluksial*).

Provinsi DI Yogyakarta dengan luasan $\pm 3185,80 \text{ km}^2$ mempunyai karakteristik iklim dan hidrologi yang beragam, dimana kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu kabupaten yang luasnya mencakup 18,4 % total luas Provinsi DIY dengan kondisi topografi yang beragam (Badan Pusat Statistik Prov. DIY, 2003). Wilayah Kulonprogo terbagi dalam tiga sekuens yaitu Fluvial berupa Area Tangkapan (diwakili daerah Samigaluh); Freatik berupa Area Konservasi (diwakili Kenteng, Kalibawang sampai Kokap); Fluksial berupa Area Pengguna (diwakili daerah Gembongan- Sentolo, Sapon-Lendah dan Wates).

Penelitian ini bertujuan menganalisis peluang deret hari kering dan hubungannya dengan resiko kekeringan pada tanaman padi di kabupaten Kulon Progo dalam perspektif toposekuens

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan bulan Januari – Desember 2006 yang diawali dengan inventarisasi dan karakterisasi data base iklim dan hidrologi pada wilayah penelitian, data curah hujan dikumpulkan dari stasiun hujan di wilayah penelitian, Data yang digunakan adalah data curah hujan selama minimum 10 tahun dari 1) Zone Tangkapan diwakili daerah Samigaluh, 2) Zone Konservasi

diwakili Kenteng, Kalibawang dan Kokap, serta 3) Zone Pengguna yang diwakili daerah Gembongan, Sapon dan Wates. Tahapan analisis meliputi :

Tahap pertama, Peluang terjadinya deret hari kering berturut-turut dengan nilai tertentu pada masing-masing wilayah hujan, ditentukan dengan persamaan:

$$p(x \geq 10) = 1 / [1 + \exp(-0,2688 + 0,00745 X)]$$

untuk peluang kejadian deret hari kering 10 hari berturut-turut; dan

$$p(x \geq 15) = 1 / [1 + \exp(0,22913 + 0,00831 X)]$$

untuk peluang kejadian deret hari kering 15 hari berturut-turut (Boer *et al.*, 1996).

Keterangan :

$p(x \geq 10)$ = Peluang terjadinya deret hari kering sama dan lebih besar 10 hari

$p(x \geq 15)$ = Peluang terjadinya deret hari kering sama dan lebih besar 15 hari

X = Rata-rata curah hujan bulanan

Tahap Kedua, Penentuan waktu tanam optimal berdasarkan peluang terjadinya deret hari kering. Penelitian Boer *et al.* (1996) menyatakan apabila nilai $p(x \geq 15) = 0.2$ berarti dalam sepuluh tahun akan terjadi kejadian deret 15 hari kering sebanyak dua kali. Apabila terjadinya pada saat tanaman berada pada fase sensitif terhadap kekeringan, maka diperkirakan dalam periode 10 tahun tersebut akan terjadi kehilangan hasil tanaman antara 36% dan 76% atau antara 3.6 dan 7.6% per tahun. Kehilangan hasil sebesar ini mempunyai arti yang sangat besar terhadap penyediaan pangan nasional. Dengan demikian nilai peluang 0.2 digunakan sebagai peluang deret hari kering kritis. Ini berarti bahwa waktu penanaman harus diatur sedemikian rupa sehingga nilai $p(x \geq 15)$ pada bulan dimana fase pertumbuhan sensitif terhadap kekeringan tercapai, lebih kecil dari 0.2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah kajian yang dibagi dalam tiga zone, yaitu Zone Tangkapan, Konservasi dan Pengguna memiliki curah hujan rata-rata diatas 1500 mm/th. Secara klimatologis ketiga zone merupakan wilayah dengan pola hujan monsoonal dengan satu puncak hujan (unimodal).

Zone Tangkapan (Fluvial)

Hasil analisis peluang deret hari kering menunjukkan bahwa di wilayah tangkapan air, yaitu Samigaluh nilai peluang deret hari kering berturut-turut selama 15 hari melampaui peluang kritis dimana nilai peluang berkisar antara 0,27 – 0,44 yang artinya dalam sepuluh tahun berpotensi terjadi kejadian deret hari kering selama 15 hari antara dua sampai empat kali pada bulan Mei – September. Potensi masa tanam selama 7 bulan yaitu bulan Oktober-April yang memungkinkan pola tanam 2 kali setahun. Penanaman disarankan tidak melewati bulan Februari untuk menghindari kekeringan pada fase inisiasi malai.

Pelestarian hutan di areal tangkapan pada dasarnya akan melestarikan karakteristik fisik untuk keseimbangan energi maupun keseimbangan air. Penebangan hutan akan merubah permukaan fisik tanah yang selanjutnya akan merubah neraca energi dan neraca air. Pada lahan terbuka maka sinar matahari langsung memanaskan bumi, sehingga suhu udara meningkat. Peranan hutan dalam

kaitannya dengan ketersediaan air harus dipandang bahwa hutan sebagai ekosistem yang mengendalikan proses-proses transfer bahang (panas) dan tranfer massa(uap air, CO₂ dan gas-gas lainnya).

Tabel 1. Curah hujan rata-rata dan peluang deret 10 dan 15 hari kering di Kulon Progo secara toposekuens

LOKASI	B U L A N											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
AREA TANGKAPAN												
Samigaluh												
Curah Hujan	352.2	387.3	411.4	202.0	90.5	63.1	28.5	15.4	0.8	201.4	329.3	339.0
P=DHK > 10 hari	0.09	0.07	0.06	0.23	0.40	0.45	0.51	0.54	0.57	0.23	0.10	0.09
P=DHK > 15 hari	0.04	0.03	0.03	0.13	0.27	0.32	0.39	0.41	0.44	0.13	0.05	0.05
AREA KONSERVASI												
Kenteng												
Curah Hujan	209.4	314.5	261.0	133.6	56.5	46.8	30.8	12.2	6.4	74.7	158.8	216.0
P=DHK > 10 hari	0.22	0.11	0.16	0.33	0.46	0.48	0.51	0.54	0.56	0.43	0.29	0.21
P=DHK > 15 hari	0.12	0.06	0.08	0.21	0.33	0.35	0.38	0.42	0.43	0.30	0.18	0.12
Kalibawang - Kokap												
Curah Hujan	322.6	345.5	297.2	183.4	62.7	47.7	33.8	11.1	12.1	159.8	299.8	400.1
P=DHK > 10 hari	0.11	0.09	0.13	0.25	0.45	0.48	0.50	0.55	0.54	0.28	0.12	0.06
P=DHK > 15 hari	0.05	0.04	0.06	0.15	0.32	0.35	0.38	0.42	0.42	0.17	0.06	0.03
AREA PENGGUNA												
Gembongan - Sapon												
Curah Hujan	344.9	345.9	291.2	146.0	49.6	43.5	30.7	5.2	17.8	101.9	249.9	366.9
P=DHK > 10 hari	0.09	0.09	0.13	0.31	0.47	0.49	0.51	0.56	0.53	0.38	0.17	0.08
P=DHK > 15 hari	0.04	0.04	0.07	0.19	0.35	0.36	0.38	0.43	0.41	0.25	0.09	0.04
Wates (1979-2005)												
Curah Hujan	398.5	348.7	313.9	218.5	129.6	129.6	68.6	61.2	90.4	169.0	334.9	370.7
P=DHK > 10 hari	0.06	0.09	0.11	0.20	0.33	0.33	0.44	0.45	0.40	0.27	0.10	0.08
P=DHK > 15 hari	0.03	0.04	0.06	0.11	0.21	0.21	0.31	0.32	0.27	0.16	0.05	0.04

Sumber : PU Pengairan Provinsi DIY. Data diolah.

Zone Konservasi (Freatik)

Wilayah konservasi air mempunyai peranan penting sebagai pengendali bagian bawah dan kemampuan menghambat limpasan air permukaan dari hulu. Area Konservasi yang menjadi wilayah kajian meliputi Kenteng, Kalibawang dan Kokap. Berdasarkan distribusi curah hujannya Kalibawang dan Kokap memiliki kesamaan sehingga dikelompokkan ke dalam wilayah hujan yang sama, dimana curah hujan tahunan 2175,8 mm, sementara di Kenteng curah hujan tahunan 1520,6 mm. Peluang deret hari kering selama 15 hari di Kenteng berkisar antara 0,21 - 0,43 pada bulan April – Oktober dan puncak kekeringan pada bulan September. Sedang untuk wilayah Kalibawang

dan Kokap, nilai peluang deret hari kering melampaui nilai kritis pada bulan Mei-September dan puncak kekeringan berlangsung selama Agustus hingga September. Berdasarkan analisis di atas maka potensi tanam di wilayah Kenteng berlangsung selama 5 bulan dari November - Maret, potensi ini lebih singkat apabila dibandingkan dengan wilayah Kalibawang dan Kokap yang berpotensi masa tanam selama 7 bulan yaitu Oktober-April. Mengingat potensi masa tanam yang singkat di Kenteng maka disarankan penanaman MT I terutama pada sawah tadah hujan tidak melebihi bulan Januari untuk menghindari resiko mengalami kekeringan pada fase inisiasi malai, disamping itu pada MT II irigasi mutlak diperlukan pada bulan-bulan dimana air dalam keadaan defisit, serta penggunaan varietas padi yang tahan kekeringan.

Wilayah Kalibawang - Kokap memiliki potensi masa tanam lebih panjang, MT I dapat dimulai lebih cepat, yaitu pada bulan Oktober, dilanjutkan dengan MT II pada bulan Januari - Februari. Penanaman di MT II yang lewat dari Februari beresiko mengalami kekeringan terutama di sawah tadah hujan.

Zone Pengguna (Fluksial)

Wilayah ini merupakan dataran aluvial yang rendah dan mempunyai air tanah dangkal, dengan kecepatan aliran rendah dan kadar lengas tinggi. Kelebihan dan kekurangan air perlu diatasi melalui pengelolaan tataguna air yang baik dan upaya konservasi air. Konservasi air tidak saja ditujukan untuk mengefektifkan manfaat air, tetapi juga sekaligus mencegah daya rusak air terhadap kerusakan lahan dan lingkungan.

Zone pengguna meliputi Gembongan, Sapon dan Wates, wilayah Gembongan-Sapon memiliki curah hujan rata-rata 1993,5 mm/tahun, peluang deret hari kering selama 15 hari lebih dari 0,2 pada bulan Mei-Oktober dan puncak kekeringan pada Agustus dengan nilai peluang 0,43. Wates memiliki curah hujan yang lebih tinggi, yaitu 2633,6 mm/tahun, peluang deret hari kering selama 15 hari pada bulan Mei-September berkisar antara 0,21-0,32 dengan puncak kekeringan pada bulan Agustus. Pengamatan menunjukkan Wates memiliki sifat yang lebih 'basah' dibandingkan Gembongan-Sapon, untuk penerapan pola tanam dua kali setahun potensi masa tanam pada bulan Oktober-April dan Gembongan-Sapon berpotensi tanam lebih singkat yaitu November-April.

Hasil pengamatan di lapang terhadap kekeringan menunjukkan bahwa pola tanam di Kulonprogo pada lahan sawah berdasarkan ketersediaan air suplai irigasi intake Kalibawang, Pengasih, Sapon dan daerah irigasi kecil. Daerah irigasi kecil berada disebagian wilayah konservasi, seperti kecamatan Girimulyo, Kalibawang, Samigaluh dan sebagian Pengasih. Kekeringan terjadi di daerah irigasi kecil seperti dari Niten dan Sumitro, Kecamatan Girimulyo, di mana saluran intake tergantung curah hujan atau daerahnya termasuk tadah hujan. Ada beberapa petani menanam padi di luar musim tanam sehingga mengalami kekeringan. Kekeringan ini bukan akibat penyimpangan musim melainkan menanam di luar musim tanpa menghitung fase-fase pertumbuhan tanaman dan siklus musim hujan.

Hubungan Peluang Deret Hari Kering dan Kejadian Kekeringan di Kulon Progo

Distribusi nilai peluang menunjukkan pada sebagian besar wilayah kajian peluang deret hari kering 10 dan 15 hari bernilai lebih dari 0,2 pada bulan Mei - Oktober dan puncak kekeringan pada bulan Agustus-September namun dengan tingkat kekeringan yang berbeda-beda dimana Kenteng dan Gembongan-Sapon tampaknya merupakan wilayah paling kering dibandingkan wilayah kajian lainnya pada tiga zone yang ada. Bulan dengan resiko kekeringan yang tinggi di Kenteng dan Gembongan - Sapon berlangsung sejak April - Oktober (7 bulan) dimana nilai peluang deret hari

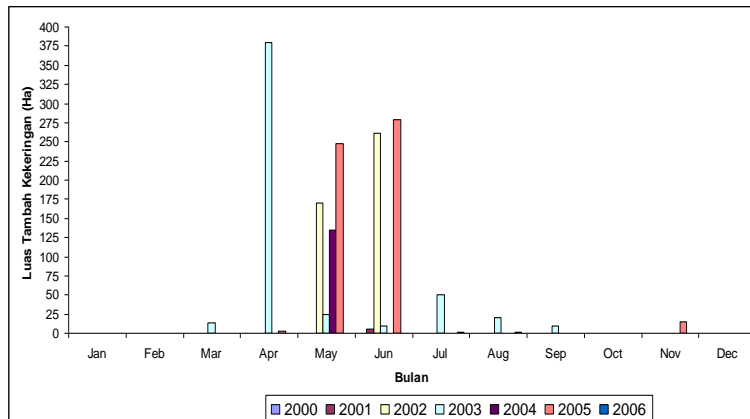
kering lebih dari 15 hari berkisar antara 0,21-0,43. Sementara di Samigaluh, Kalibawang - Kokap dan Wates resiko kekeringan berlangsung lebih singkat, yaitu selama 5 bulan sejak Mei - September.

Tabel 2. Bulan dengan resiko terjadi kekeringan pada tanaman padi di Kabupaten Kulon Progo secara Toposekuens

LOKASI	B U L A N											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
Samigaluh												
Kenteng												
Kalibawang – Kokap												
Gembongan – Sapon												
Wates												

Keterangan : Bulan-bulan dengan highlight berwarna gelap adalah bulan dengan resiko kekeringan tinggi ($p=DHK > 15$ hari bernilai $> 0,2$)

Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura (1999) telah menetapkan kriteria penilaian kekeringan untuk tanaman, dimana terdapat 4 klasifikasi, yaitu : 1) Ringan, dengan gejala ujung daun tanaman kering, 2) Sedang, dengan gejala Bagian yang mengering mencapai 1/4 panjang daun, 3) Berat, dengan gejala 1/4 sampai 2/3 daun mongering dan 4) Puso, dimana seluruh tanaman mengering/mati.



Gambar 1. Luas Tambah Kekeringan (Ha) padi per bulan di Kabupaten Kulon Progo
Sumber : Diolah berdasarkan data dari UPTD Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Prov DIY.

Gambar 1 menunjukkan kekeringan pada tanaman padi umumnya terjadi pada bulan Mei - Juni, fakta ini memperkuat dugaan bahwa keterlambatan tanam merupakan pemicu dialaminya kekeringan. Bila dihubungkan dengan peluang deret hari kering maka data diatas sejalan dengan

Tabel 2 yang menunjukkan bahwa Mei-Juni merupakan bulan-bulan yang beresiko terjadi kekeringan pada tanaman padi. Semestinya dengan pola hujan yang ada, MT I dimulai pada bulan November dan penanaman terakhir tidak melebihi bulan Januari pada daerah yang bersifat lebih kering seperti Kenteng, Gembongan dan Sapon, lewat dari Januari maka resiko tanaman mengalami kekeringan akan semakin besar, terutama tanaman yang berada pada fase vegetatif, pembungaan dan inisiasi malai.

KESIMPULAN

1. Peluang deret hari kering 15 hari di zone tangkapan air pada bulan Mei - September melampaui peluang kritis dimana nilai peluang berkisar antara 0,27 - 0,44 yang artinya dalam sepuluh tahun berpeluang terjadi kejadian deret hari kering selama 15 hari antara dua sampai empat kali. Potensi masa tanam selama 7 bulan yaitu bulan Oktober - April yang memungkinkan pola tanam 2 kali setahun. Penanaman disarankan tidak melewati bulan Februari untuk menghindari kekeringan pada fase inisiasi malai.
2. Area Konservasi yang menjadi wilayah kajian meliputi Kenteng, Kalibawang dan Kokap. Peluang deret hari kering selama 15 hari di Kenteng berkisar antara 0,21 - 0,43 pada bulan April - Oktober dan puncak kekeringan pada bulan September. Sedang untuk wilayah Kalibawang dan Kokap, nilai peluang deret hari kering melampaui nilai kritis pada bulan Mei-September dan puncak kekeringan berlangsung selama Agustus hingga September. Potensi tanam di wilayah Kenteng berlangsung selama 5 bulan dari November - Maret, potensi ini lebih singkat apabila dibandingkan dengan wilayah Kalibawang dan Kokap yang berpotensi masa tanam selama 7 bulan yaitu Oktober-April.
3. Zone pengguna meliputi Gembongan, Sapon dan Wates, di wilayah Gembongan-Sapon peluang deret hari kering selama 15 hari lebih dari 0,2 pada bulan Mei-Oktober dan puncak kekeringan pada Agustus dengan nilai peluang 0,43, sementara di Wates peluang deret hari kering selama 15 hari pada bulan Mei-September berkisar antara 0,21-0,32 dengan puncak kekeringan pada bulan Agustus. Pengamatan menunjukkan Wates memiliki sifat yang lebih 'basah' dibandingkan Gembongan-Sapon, untuk penerapan pola tanam dua kali setahun potensi masa tanam pada bulan Oktober-April dan Gembongan-Sapon berpotensi tanam lebih singkat yaitu November-April.
4. Kekeringan pada tanaman padi di Kulon Progo umumnya terjadi pada bulan Mei - Juni , yang memperkuat dugaan bahwa keterlambatan tanam merupakan pemicu dialaminya kekeringan. Semestinya dengan pola hujan yang ada, MT I dimulai pada bulan November dan penanaman terakhir tidak melebihi bulan Januari terutama pada daerah yang bersifat lebih kering seperti Kenteng, Gembongan dan Sapon, lewat dari Januari maka resiko tanaman mengalami kekeringan akan semakin besar, terutama tanaman yang berada pada fase vegetatif, pembungaan dan inisiasi malai.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS-Propinsi DIY. 2003. DIY dalam Angka 2002. BPS Provinsi DIY.
- Boer, R., Irsal Las, R. Hidayati dan B. Budianto. 1996. Analisis Deret Hari Kering untuk Perencanaan Penanaman Padi Sawah Tadah Hujan di Jawa Barat. Lembaga Penelitian IPB bekerjasama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian serta Agriculture Research Management (ARM) Project.
- Dirjen Tanaman Pangan dan Hortikultura (1999). Pedoman Pengamatan dan Pelaporan Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura. Direktorat Jendral Tanaman Pangan dan Hortikultura. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, Jakarta.
- [http:// www.balitklimat.litbang.deptan.go.id](http://www.balitklimat.litbang.deptan.go.id). 2006. Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian di Indonesia. Diakses tanggal 15 Mei 2007.
- Koesmaryono, Y., Boer, R., Pawitan, H., Yusmin dan Las., I. 1999. Pendekatan Iptek dalam Mengantisipasi Penyimpangan Iklim. Prosiding Diskusi Panel Strategi Antisipatif Menghadapi Gejala Alam La Nina dan El Nino untuk Pembangunan Pertanian. Bogor, 1 Desember 1998.
- Pawitan H. dan Mudiyarso D. 1997. Tinjauan Hidrologis Toposekuens dalam Meningkatkan Efisiensi Air Pertanian. Sumber Daya Air dan Iklim dalam Mewujudkan Pertanian Efisien. Kerjasama Departemen Pertanian dengan PERHIMPI .