DAMPAK KEKERINGAN PADA PRODUKSI PANGAN DAN CARA PENANGGULANGANNYA

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Pertanian
Universitas Gadjah Mada

Oleh:
Prof.Dr.Ir.Sukardi Wisnubroto

DAMPAK KEKERINGAN PADA PRODUKSI PANGAN DAN CARA PENANGGULANGANNYA

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Pertanian
Universitas Gadjah Mada

Diucapkan di depan Rapat Terbuka Majelis Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada tanggal 24 Agustus 2002
di Yogyakarta

Oleh:

Prof.Dr.Ir.Sukardi Wisnubroto

Dampak Kekeringan pada Produksi Pangan dan Cara Penanggulangannya

Pendahuluan

Kekeringan merupakan gambaran normal tentang iklim dan kejadiannya tidak dapat dihindari, serta wataknya masih tetap membingungkan para pakar dan pembuat keputusan. Hal ini dibuktikan dengan kenyataan bahwa kebanyakan negara di dunia hampir tidak ada kemajuan dalam mengelola kekeringan. Sebenarnya adanya kekeringan sulit diketahui jika tidak melihat proses secara utuh. Kekeringan biasanya dimulai dengan kegembiraan karena ada hari cerah pertama setelah berhari-hari hujan. Hari tanpa hujan berlangsung beberapa hari, masyarakat masih bergembira mempunyai cuaca baik seperti itu. Setelah lama tidak hujan orang mulai cemas. Tambah beberapa hari lagi mulai kesulitan. Hari pertama tanpa hujan yang dirasa senang tadi mempunyai peranan sama terhadap seluruh periode hari-hari tanpa hujan termasuk hari terakhirnya, namun demikian hampir tidak diketahui seberapa besar sumbangan hari pertama tadi terhadap hari tanpa hujan tersebut.

Meskipun pemikiran seperti itu telah dikemukakan Tannehil lebih dari 50 tahun yang lalu, para pakar iklim masih terus menerus berjuang untuk mengetahui terjadinya permulaan kekeringan. Pakar lain dan para pembuat keputusan terus berdebat menentukan kriteria untuk menyatakan berakhirnya kekeringan (Wilhite, 1997).

Tidak adanya definisi kekeringan yang tepat dan dapat diterima secara luas menambah keruwetan terjadi tidaknya kekeringan. Kalau terjadi kekeringan belum diketahui secara pasti seberapa besar sebetulnya beban penderitaan masyarakat. Sampai saat ini terdapat lebih dari 150 definisi kekeringan (Wilhite & Glantz, 1985). Hal ini menunjukkan bahwa kekeringan itu merupakan kejadian spesifik wilayah. Ada beberapa contoh definisi kekeringan seperti: 1) kekeringan jika 15 hari berturut-turut tidak ada hujan; 2) lebih dari 21 hari jumlah hujan lebih kecil dari normal 3) jumlah hujan tahunan lebih kecil dari 75% normal; 4) jumlah hujan bulanan lebih kecil dari 60% normal; 5) suatu bulan dengan jumlah hujan lebih kecil dari 85% normal (Heim, 1997). Friedman (*cit*. Wilhite, 1997) memberikan

contoh definisi lain kekeringan seperti: 1) Di Inggris, kekeringan terjadi jika 15 hari berturut-turut hujan lebih kecil dari 0,25 mm ; 2) untuk India, jika jumlah hujan mingguan lebih kecil dari 0,5 normal; 3) untuk Rusia, jika dalam 10 hari jumlah hujan tidak lebih dari 5mm; dan 4) untuk Lybia jika hujan tahunan kurang dari 180 mm. Contoh-contoh tersebut memperjelas bahwa definisi kekeringan hanya berlaku untuk wilayah tertentu.

Disamping definisi kekeringan yang cukup banyak tersebut, kekeringan juga dapat dibedakan menjadi 4 tipe, yaitu: kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis, kekeringan pertanian, dan kekeringan sosial ekonomi (Wilhite dan Glantz, 1985). Keempat tipe kekeringan tadi dampaknya langsung akan menimpa manusia, tetapi melewati alur berbeda. Kekeringan meteorologis merupakan kekeringan yang semata-mata akibat watak iklim wilayah. Daerah-daerah yang secara klimatologis mempunyai musim hujan dan musim kemarau, dalam musim kemarau selalu terjadi kekeringan. Di wilayah seperti ini masyarakat umumnya sudah terbiasa, sehingga aktivitasnya akan disesuaikan. Kekeringan hidrologis berkaitan dengan ketersediaan air sungai, reservoir, danau dan air tanah. Kekeringan hidrologis biasanya menyebabkan kesulitan sosial. Kekeringan pertanian merupakan kekeringan berdampak pada bidang pertanian akibat tidak cukupnya hujan atau tidak sesuainya sebaran hujan dengan stadium pertumbuhan tanaman. Kekeringan pertanian ini berdampak langsung pada ketersediaan pangan. Kekeringan sosial-ekonomi berhubungan dengan pasokan dan permintaan barang dan jasa berkaitan dengan kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis, dan kekeringan pertanian. Kekeringan meteorologis merupakan kekeringan yang utama. Berbagai tipe kekeringan tersebut ternyata menambah keruwetan pengertian terhadap kekeringan, namun demikian dapat dirangkum bahwa kekeringan adalah peristiwa terjadinya kesenjangan antara ketersediaan air dan kebutuhannya di masing-masing wilayah dan untuk tiap-tiap penggunaan.

Dampak Kekeringan

Taraf kerusakan akibat kekeringan tergantung pada intensitas,

lama berlangsungnya dan luas wilayah yang mengalami kekeringan. Intensitas berkaitan dengan derajat berkurangnya hujan, dan diukur dengan penyimpangan suatu indeks iklim dari normal. Dampak kekeringan umumnya mulai terasa benar jika sedikit-dikitnya telah dua atau tiga bulan terjadi, walaupun kemudian dapat bersambung sampai berbulan-bulan atau bertahun-tahun. Besarnya dampak kekeringan sangat erat berhubungan dengan waktu mulai berkurangnya hujan, intensitas dan lamanya kejadian itu. Kekeringan selama 5 tahun disebagian wilayah Brazil (1979-1983) merupakan contoh yang baik tentang proses terjadinya kekeringan. Tahun 1979 dan 1980 merupakan 2 tahun kering yang sudah biasa terjadi (terjadi kekurangan hujan dalam musim hujan). Tahun 1981, jumlah hujan pada musim hujan sedikit diatas normal, tetapi distribusi sementara menimbulkan kekeringan dalam pertanian. Tahun 1982 jumlah hujan musim hujan dibawah normal, tetapi distribusi sementara hujan menguntungkan pertanian. Dampak pada pertanian kurang berarti. Empat tahun kekeringan ini diikuti kekeringan luar biasa tahun 1983 dengan dampak pada pertanian luar biasa pula (Magalhaes, *et al. cit*. Wilhite,1997).

Wilayah dengan kekeringan berat biasanya berkembang perlahan-lahan dan wilayah dengan intensitas kekeringan besar berpindah dari musim ke musim. Wilayah luas seperti Brazil, Cina, India, Amerika Serikat, Indonesia, dan Australia hampir tidak pernah menderita kekeringan melanda seluruh negara. Kekeringan yang luar biasa tahun 1930-an di Amerika Serikat tidak pernah mencapai lebih dari 65% wilayah negara. Tetapi untuk wilayah *Great Plain* kekeringan tahun 1939 mencapai 95% luas wilayahnya. Dalam abad ke-20 kekeringan di India umumnya tidak lebih dari 50% wilayah, hanya kekeringan tahun 1918-1919 mencapai 75% luas wilayah. (Sinha *et al, cit*.Wilhite, 1997). Kekeringan di Cina yang utama terjadi antara tahun 1978-1989 seluruhnya mencakup ± 37,8 juta ha (Wang *et.al*, 1997). Di Ethiopia sejak tahun 253 SM - 1 Masehi diketahui terjadi kekeringan sekali selama 7 tahun. Antara tahun 1-1500 Masehi terjadi 177 kali kekeringan (sekali setiap 9 tahun untuk seluruh negara) dan dalam abad 16, 17, 18, dan 19 dan separo abad ke-20 (450 th) terjadi kekeringan setiap 7 tahun sekali. Dalam periode 1950-1987, terjadi 18 kali kekeringan atau rata-rata terjadi sekali setiap dua tahun. Tahun1968-1973 (6 tahun berturut-turut) terjadi kekeringan berat di

Ethiopia (Tadesse, 1997 dan Hare, 1981). Kekeringan tahun 1980-an menyebabkan jutaan orang tidak punya tempat tinggal dan ratusan orang meninggal. Di Afrika Selatan kekeringan luar biasa terjadi dalam tahun 1932-1933, tahun 1944-1945, tahun 1965-1966 dan tahun 1982-1983.(Mason dan Tyson, 1997). Kekeringan tahun 1991-1992 menimpa 20 juta orang dan menyebabkan kekurangan pasokan biji-bijian lebih dari 6,7 juta ton (SADCC, 1992, *cit*. Wilhite, 1997). Kekeringan di Sub-Sahara Afrika awal pertengahan tahun 1980-an dilaporkan menyengsarakan lebih dari 40 juta orang. (Anonim, 1990)

Kekeringan di *Great Plains* Amerika Serikat tahun 1975 menyebabkan penurunan hasil tanaman pangan seharga sekitar $ 700 juta. Kekeringan tahun 1995 oleh *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) diperkirakan menyebabkan penurunan produksi pertanian seharga $ 6-8 milyard (FEMA, 1995).

Kekeringan di Texas A.S., tahun 1996 dan 1998 menyebabkan penurunan produksi pertanian berturut–turut seharga $ 6 milyard dan $ 5,8 milyard. Kekeringan di Oklahoma A.S. tahun 1998 menyebabkan penurunan produksi pertanian seharga lebih dari $ 2 milyard. Penurunan produksi tahun 1996 belum termasuk penurunan di New Mexico, Kansas, Colorado, Utah, Arizona, dan Nevada. Penurunan tahun 1998 belum termasuk Florida, South Carolina, Georgia, dan Lousiana (Wilhite, 2000). Penurunan produksi pertanian di A.S. memberi petunjuk bahwa negara yang teknologinya maju luar biasa dan kaya, tetap rentan terhadap kekeringan yang secara keseluruhan cukup banyak. Kekeringan yang paling banyak menimbulkan jumlah penurunan produksi pertanian (seharga hampir $ 40 milyard) terjadi tahun 1998. Kekeringan ini paling besar dalam sejarah Amerika Serikat (SAADC, *cit*. Wilhite, 2000).

Kekeringan yang terjadi sekitar tahun 1200 S.M. menyebabkan runtuhnya kota Mycenae. Akibat kekurangan pangan menimbulkan kerusuhan yang menghancurkan kota (Carpenter, *cit*. Ruberts, 1981). Di Maroko menurut pustaka sejarah, sering terjadi kekeringan. Dari akhir abad ke-9 sampai awal abad ke-20 telah terjadi 49 kekeringan serius yang menyebabkan kelaparan. Awal tahun 1980-an Maroko harus import hampir sepertiga kebutuhan biji-bijian untuk pangan dan setidak-tidaknya 30% penduduknya kekurangan gizi akibat kekering-an (Swearingen & Bencherifa, 1997). Di Kanada kekeringan sangat

buruk dan cukup luas terjadi pada tahun 1936-1937, 1961, 1984, 1985, dan 1988, tetapi kekeringan- kekeringan mencakup wilayah relatif sempit terjadi setidak-tidaknya 32 kali antara tahun 1900-1993 (O'Brien *cit*. Wilhite, 1997). Kekeringan tahun 1988 menyebabkan penurunan hasil tanaman pangan sampai 50% terhadap rata-rata 10 tahun terakhir. Ketakutan kekeringan mulai tercatat di Rusia tahun 1920-an pada waktu kelaparan menimpa negara tersebut (Zonn *et al*; 1997). Kekeringan luar biasa terjadi lagi tahun 1972 (Roberts, 1981; dan Hare, 1981).

Kekeringan di beberapa wilayah di Mexico terjadi antara lain pada tahun 1942, 1950-an, 1973, 1974, 1983, 1987,dan 1988. Tempat lain pada tahun 1950-an, 1969, 1979, 1982, 1988. tempat lainnya lagi antara lain pada tahun 1934-1935, 1940-1941, 1949, 1957-1958, 1977, 1982-1983, 1987. Dari tiga contoh kekeringan ini ditunjukkan bahwa di Meksiko kekeringan sangat sering terjadi, hanya di tempat berbeda-beda (Liverman, 2000). Kekeringan di Meksiko menyebabkan penurunan produksi tanaman, penurunan hasil, dan wilayah berproduksi. Kekeringan tahun 1996, menyebabkan 4,6 juta ha lahan pertanian rusak dan 6 juta ha tidak tertanami karena kekeringan. 300.000 ekor ternak mati dan 700.000 ekor dijual dengan harga murah (± 40% harga tahun sebelumnya). Terpaksa import 4 juta ton biji-bijian tambahan (± 11,25 juta ton) dibandingkan dengan tahun 1991 hanya mengimport 6 juta ton.

Kekeringan telah cukup lama merupakan bagian masalah pengelolaan sumber alam di Australia. Legenda-legenda Aborigin memuat tentang masalah kekeringan ini sejak tahun 1788 dan dampaknya dapat positif maupun negatif. Antara tahun 1888-1987 di New South Wales terjadi 17 kali kekeringan. Kekeringan terakhir terjadi di Australia Timur tahun 1994-1997. Peristiwa kekeringan terakhir ini menyebabkan masalah kekeringan dimasukkan dalam usaha pengelolaan sumber alam di Australia yang telah dimulai sejak tahun 1813 (Heathcote, 2000).

Kekeringan di Sub-Sahara Afrika merupakan peristiwa selalu terulang, namun demikian tidak banyak diketahui sebelum kekeringan tahun 1968-1973. Kekeringan tahun 1968-1973 merentang antara

Ethiopia sampai Somalia. Diperkirakan 250.000 orang meninggal dari 6 negara sepanjang Sahel dan perpindahan penduduk besar-besaran ke kota-kota di Afrika yang sebenarnya tidak siap menerima. Produksi pertanian turun 20-70% dan 30-40% ternak mati (Oyebende, 1990). Kekeringan di Afrika Selatan selama tahun 1992 merupakan kekeringan paling jelek. Produksi jagung turun 75% sedangkan padi-padian dan sorgum 100% (World Bank, 1993).

Kekeringan secara nasional terjadi di Thailand tahun-tahun 1919, 1945, 1946, 1972, 1977, 1979, dan 1997. Dari berbagai kekeringan itu yang paling ekstrim adalah kekeringan tahun 1979. Kekeringan tahun 1997 cukup banyak menimbulkan kerugian akibat penurunan produksi jagung, sorgum, tebu, kacang tanah, dan kacang hijau. Karena Thailand merupakan negara selalu surplus dalam hal produksi pangan, penurunan produksi tersebut secara makro tidak nyata dampaknya pada masyarakat (Suwanabar & Mekhora, 2002).

Di Indonesia sebelum akhir abad ke-20 tidak banyak informasi tentang kekeringan. Khusus untuk Pulau Jawa tahun 527 pernah terjadi kekeringan luar biasa (Ranggawarsito,-). Pada abad ke-8 di Jawa juga terjadi kekeringan serius serius. Hal ini ditandai dengan peninggalan di bekas Istana Ratu Boko, di Prambanan. Di bekas komplek istana ini di sekitar bangunan utama dan keputren terdapat 22 sumur limpasan *(run off)* dengan kedalaman kurang lebih 11 meter dan diameter antara 2-5 meter dan satu kolam pengambilan 5x3x40 m^3. Sumur dan kolam ini merupakan cadangan air musim kering (Wisnubroto, 1995). Mulai akhir abad ke-20 informasi tentang kekeringan tercatat relatif baik. Pada akhir abad ke-20 kekeringan antara lain terjadi pada tahun 1963, 1965, 1967, 1972, 1977, 1982, 1987, 1991, 1994, 1997 (Wisnubroto, 1997).

Kekeringan tahun 527 menyebabkan kekurangan pangan yang luar biasa, sehingga sebagian masyarakat terpaksa makan batang pisang (Jawa: Bonggol). Kekeringan tahun 1963 menyebabkan sebagian masyarakat makan gaplek busuk (kabluk). Kekeringan tahun 1967, sebagian masyarakat terpaksa makan bulgur, bahan pangan import yang konon di negara asalnya untuk makan ternak. Kekeringan tahun 1972, menyebabkan antrian panjang membeli beras di berbagai kota dan kekeringan 1977 sebagian masyarakat Jawa Barat terpaksa makan enceng gondok. Kekeringan-kekeringan berikutnya menyebab-

kan import beras makin besar. Kekeringan 1997 menyebabkan Indonesia harus import beras lebih dari 7 juta ton (Sumodiningrat, Cit. Anonim[a], 2001). Kekeringan tahun 1997 tersebut menyebabkan luas sawah rusak mencakup ± 600.000 ha (Anonim[b], 2001).

Menanggulangi Dampak Kekeringan

Ada bukti-bukti bahwa kekeringan selalu menyebabkan penurunan produksi, khususnya produksi pangan. Dalam menghadapi kekeringan ini usaha masyarakat menanggulangi berbeda-beda. Informasi tentang usaha masyarakat menanggulangi kekeringan paling tua terjadi semasa Nabi Yusuf A.S. yang termuat dalam kitab Taurat dan dalam Al Qur'an. Pada waktu itu Nabi Yusuf mampu mengantisipasi kekeringan selama 7 tahun dengan cara sangat tepat. Nabi Yusuf berhasil menanggulangi kekeringan tersebut karena beliau mampu membuat prakiraan akan terjadinya kekeringan panjang tersebut. Nabi Yusuf mampu membuat prakiraan akan terjadinya kekeringan panjang tidak dengan pendekatan klimatologis atau fenologis atau yang lain tetapi menggunakan dasar kemampuannya menafsir mimpi Raja Mesir. Nabi Yusuf menafsir mimpi Raja Mesir bahwa akan terjadi 7 tahun panen raya dan 7 tahun tidak panen (kekeringan). Kemampuan Nabi Yusuf membuat prakiraan akan terjadinya kekeringan tidak perlu diherankan, karena beliau seorang Nabi yang dikaruniai kelebihan *(mu'jizat)* oleh Allah S.W.T. Yang pantas dikagumi adalah cara menanggulanginya. Cara menanggulangi tidak lagi dengan kelebihan supranaturalnya tetapi sangat rasional. Nabi Yusuf yang waktu itu diberi wewenang cukup besar oleh Raja Mesir membuat peraturan bahwa 1/5 panen rakyat Mesir dalam 7 tahun panen raya diambil kerajaan dan disimpan di berbagai kota sebagai cadangan. Selanjutnya pada waktu kekeringan benar-benar terjadi rakyat Mesir tidak kurang pangan bahkan dapat membantu suku lain. Program Nabi Yusuf A.S. dapat terlaksana dengan baik karena rakyat Mesir patuh pada ucapan beliau yang tidak pernah berbohong.

Perlu kiranya dikilas balik cara-cara masyarakat setelah era Nabi Yusuf menanggulangi kekeringan kaitannya dengan produksi pertanian khususnya pangan. Di Maroko pada awalnya, penduduk

melaksanakan budidaya tanaman pangan secara tradisional dan hanya bercocok tanam di wilayah-wilayah yang cukup hujan, sehingga dampak kekeringan relatif kecil. Makin bertambahnya penduduk produksi tidak mencukupi, pemerintah membuka lahan-lahan hujan relatif rendah, akibatnya secara substantial program ini meningkatkan bencana kekeringan di Maroko. Sampai akhir abad ke-20 kekeringan tetap merupakan masalah yang belum dapat diselesaikan dengan baik. Petani Maroko mampu memikul kekurangan pangan tanpa pende-ritaan kalau hanya terjadi kekeringan selama satu tahun, tetapi jika dua tahun berturut-turut atau lebih, dampak sosial ekonomi menjadi berat dan bahkan sudah dapat disebut bencana (Swearingen dan Bencherifa, 1997). Di Spanyol walaupun terjadi kekeringan 1992-1995, penga-ruhnya tidak terlalu besar karena dilaksanakannya diversifikasi yang baik dan berkembangnya irigasi (Garcia *et al, cit*. Wilhite, 1997)

Di Rusia usaha penanggulangan kekurangan pangan karena kekeringan dilaksanakan sejak tahun 1920-an dengan membuka lahan-lahan baru. Namun demikian ternyata tidak mampu juga mengatasi kekurangan pangan akibat kekeringan (Zonn, *et al.* 1997).

Di Zimbabwe strategi tradisional menanggulangi kekeringan ternyata menjadi kurang efektif akibat pertambahan penduduk selama satu abad terakhir. Disamping itu penduduk yang makin banyak menyebabkan terjadinya persaingan lahan, air dan sumber alam lain dan perubahan kepemilikan lahan. Usaha-usaha menanggulangi kekeringan yang berhasil adalah dengan pengairan menggunakan air tanah (Bachelor *et al*, 2000)

Di India berbagai usaha dilaksanakan antara lain dengan pengelolaan air yang baik. Model-model pengelolaan berbeda-beda untuk curah hujan <500mm/th, curah hujan 700-1000mm/th, dan curah hujan >1000mm/th. (Tennakeon, *cit* Subbiah, 2000). dan *multiple cropping* (Subbiah, 2000). Cara menanggulangi kekeringan di negara bagian Madhya Pradesh cukup baik. Salah satu cara yang dianggap paling baik adalah menyesuaikan tanaman yang cocok terhadap agihan dan jumlah hujan di suatu wilayah. Negara bagian ini mempunyai hujan bervariasi dari lebih 1600mm/th di bagian selatan dan kurang dari 900mm/th di bagian utara. Seluruh negara bagian dibagi menjadi 5 mintakat tanaman: padi; padi-gandum ; gandum ; sorgum-gandum ; dan sorgum-kapas. Lima mintakat tanaman ini lebih

jauh dibagi menjadi 12 mintakat agroklimatologis. Berdasarkan pengalaman bertahun-tahun telah dipilih tanaman yang cocok untuk mintakat-mintakat tadi yang berdasarkan hujan dan fisiografi. Sebagai contoh pada mintakat padi, terdapat bagian mintakat padi yang hujannya tidak stabil pada stadium tanaman muda maka dipilih varietas padi tahan kekeringan waktu muda. Disamping itu ada mintakat yang periode hujannya lebih pendek, maka dipilih varietas cepat panen (Satri, 1992). Usaha penyesuaian juga dilakukan dalam memilih tanaman-tanaman tahan kekeringan. Seperti diketahui terdapat tipe-tipe tanaman yang mekanisme ketahanannya terhadap kekeringan berbeda-beda (May & Milthorpe, 1962), yaitu: 1) Tanaman mampu menghindari kekeringan. Tanaman jenis ini dapat menyelesaikan siklus hidupnya sebelum terkena cekaman air; 2) Tanaman tahan kekeringan dengan memiliki kandungan air tinggi dalam tubuh tanaman, sehingga memungkinkan tanaman tetap hidup dalam kekeringan dengan memperdalam akar atau memperkecil evapotranspirasi; dan 3) Tanaman tahan kekeringan dengan kandungan air tubuh tanaman rendah pada periode kering tetapi mampu tumbuh kembali normal jika air kembali cukup.

Di wilayah Madhya Pradesh, untuk mintakat hujan tidak stabil waktu tanaman muda dan ditanami padi dipilih varietas padi tipe terakhir. Untuk mintakat periode hujan pendek ditanami varietas padi tipe pertama. Untuk wilayah periode tanpa hujan relatif panjang ditanam surgum. Surgum lebih tahan daripada jagung karena system perakaran lebih luas dan lebih dalam (Sastri, 1997).

Dari penelitian arkeologis kekeringan sebelum kedatangan Columbus telah menghancurkan kebudayaan Maya dan Meso-Amerika (Culbert, 1973). Cara-cara menanggulangi kekeringan di Meksiko bermacam-macam. Masyarakat lokal mengembangkan juga cara-cara teknologi tradisional. Di wilayah agak kering *(semi arid)*, sistem irigasi modern telah dikembangkan berabad-abad yang lalu. Dikembangkan bermacam varietas terutama jagung. Petani di salah satu wilyah di Meksiko (Oaxxa) menyesuaikan varietas jagung yang tepat untuk sifat hujan yang diperkirakan akan terjadi. Bahkan kegiatan ritual memohon hujan masih sering dikerjakan masyarakat. Juga dikerjakan cara-cara tradisional memprakirakan cuaca pada musim pertumbuhan akan datang. Cara-cara tradisional ini dapat

berbaur dengan budaya yang dibawa orang-orang Spanyol, walaupun sementara pakar percaya bahwa kerentanan terhadap kekeringan meningkat sebagai akibat perubahan-perubahan tata guna lahan yang dilakukan orang-orang Spanyol (Murphy, 1991). Dalam abad ke-20 bentuk-bentuk adaptasi baru menyertai perluasan dan intensifikasi pertanian di Meksiko, antara lain dengan irigasi yang semakin meluas. Ternyata irigasi ini dapat mengurangi kerentanan terhadap kekeringan pendek, tetapi menaikkan kebutuhan air dan meningkatkan kerentanan tehadap kekeringan lama (tahunan) seperti yang terjadi tahun 1950-an dan tahun 1990-an di Meksiko Utara. Dampak kekeringan menyebabkan penderitaan lebih serius terhadap petani yang memanfaatkan teknologi maju daripada petani yang menggunakan teknologi tradisional. (Appendini & Liverman, *cit*. Liverman, 1997).

Di Australia beberapa usaha dilakukan untuk menanggulangi kekeringan. Pemberian benih padi kepada petani, menunjang penelitian kekeringan untuk mencari jenis tanaman tahan kekeringan, percobaan hujan buatan, dan menunjang pembangunan jaringan irigasi. Dibentuk juga Badan Konsultasi Kekeringan Nasional tahun 1984 (Heathcote, 2000).

Di Amerika Serikat salah satu cara menanggulangi kekeringan adalah diadakannya bank air. Bank air ini berusaha meningkatkan kepercayaan penduduk atas pasokan air dengan menyediakan realokasi air jangka pendek diantara pemakai air. Contoh baik bank air ini adalah *Emergency Drought Water Bank* yang didirikan di negara bagian California tahun 1991, 1992, dan 1994 (Miller, 2001). Di samping itu juga dibuat rencana-rencana penanggulangan kekeringan *(drought plan)* di beberapa negara bagian. Tahun 1997 sudah ada 27 negara bagian dari 50 negara bagian yang telah mempersiapkan *drought plan* dan 6 negara bagian lain dalam tahap awal pengembangan rencana tadi. Sudah ada 3 negara bagian mengembangkan *drought plan* pada tahun 1982. Proses perencanaan di New Mexico, Texas dan Oklahoma merupakan pengaruh langsung terjadinya kekeringan serius yang berpengaruh di bagian barat daya dan selatan *Great Plains* selama tahun 1996 (Wilhite, 2000).

Di Thailand walaupun dampak kekeringan tidak terlalu nyata, akan tetapi beberapa usaha penanggulangan juga dilakukan, seperti: 1) meningkatkan kesadaran dan peringatan resiko nasional; 2) menye-

barkan program-program melalui radio pemerintah dan televisi; dan 3) lebih banyak lagi melakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas prakiraan musim (Suwanabar & Mekhora, 2002).

Di Turki bagian barat, wilayah kapas yang sering mengalami kekeringan, oleh petani hampir 40% wilayah diganti dengan tanaman anggur yang kebutuhan airnya lebih sedikit (Anonim, 2002).

Di Indonesia, khususnya Jawa, sebelum masuknya VOC *(Vereenigde Oost Indische Compagnie)* merupakan daerah persawahan yang makmur dibuktikan dengan berdirinya kerajaan-kerajaan agraris yang berlangsung secara silih berganti dari masa ke masa sepanjang periode pre-kolonial, seperti: Mataram, Jenggala, Kediri, Majapahit, Demak, Pajang, dan Mataram Islam. Hasil sawah waktu itu mempunyai surplus sehingga mampu membiayai pemerintahan (Kartodirjo & Suryo, 1991). Beras Jawa bahkan ada yang di ekspor ke Ceylon (Raffles, 1978). Masuknya VOC di Jawa menyebabkan terjadi diversifikasi penggunaan lahan lebih intensif dengan lahan-lahan subur yang semula untuk tanaman pangan diganti atau diselingi dengan tanaman perkebunan seperti tebu dan tembakau. Akibatnya total produksi tanaman pangan menurun, sehingga masyarakat menjadi rentan terhadap kekeringan. Perlu diingat bahwa sejak dulu kekeringan di Jawa seperti halnya di wilayah-wilayah lain juga sudah beberapa kali terjadi.

Indonesia Menanggulangi Kekeringan

Kekeringan-kekeringan di Indonesia dalam akhir abad ke-20 telah mendorong pemerintah dan masyarakat untuk giat menanggulangi dengan berbagai cara tetapi belum menunjukkan hasil yang memuaskan. Ada beberapa faktor penyebab utama, yaitu: 1) akibat bertambah besarnya jumlah penduduk sehingga akibat kekeringan dengan penurunan produksi sama seperti tahun-tahun sebelumnya, jumlah kekurangan pangan menjadi makin besar, apalagi jika penurunan produksi lebih besar; 2) akibat kesalahan manusiawi. Walaupun sudah ada usaha-usaha penanggulangan tetapi dengan cara-cara yang rupanya kurang benar. Prakiraan-prakiraan musim telah dikerjakan, tetapi rupa-rupanya prakiraan yang dilakukan bukan prakiraan akan terjadinya kekeringan tetapi justru prakiraan akan terjadinya El Nino.

Tidak salah memprakirakan El Nino, tetapi harus diingat bahwa kekeringan di Indonesia tidak selalu berhubungan dengan El Nino. Sejak tahun 1900 terjadi 17 kali kekeringan, tetapi 5 kali tidak bersamaan dengan El Nino (Anonim[a], 2001). Jadi yang utama sebetulnya adalah prakiraan kekeringannya. Kesalahan tambah serius lagi karena yang diantisipasi juga El Nino-nya, bukan kekeringannya. Istilah ini perlu diluruskan. Adanya El Nino yang sering berhubungan dengan kekeringan di Indonesia hanya sebagai salah satu cara pendekatan dalam prakiraan. Di samping itu sebaik-baiknya prakiraan ternyata masih akan sering keliru. Kekeliruan prakiraan kadang-kadang pengaruhnya sangat buruk. Misalnya yang terjadi pada tahun 1991 pada waktu itu diprakirakan tidak akan terjadi kekeringan. Kenyataannya terjadi kekeringan yang menyebabkan penurunan produksi padi yang besar dan untuk pertama kali sejak tahun 1984, Indonesia mulai import beras lagi dalam jumlah besar. Prakiraan tentang kekeringan ada baiknya tetap dikerjakan. Namun sekali lagi sebaiknya istilahnya jangan dirancukan dengan prakiraan El Nino. El Nino hanya salah satu sebab terjadinya kekeringan di Indonesia. Disamping itu beberapa wilayah di Indonesia masyarakatnya sudah memiliki cara-cara sendiri yang dapat dipergunakan untuk membuat prakiraan musim. Dengan Pranata Mangsa, berdasar gejala-gejala alam lain, sebagian masyarakat Jawa dapat memprakirakan kapan musim hujan mulai, kapan musim hujan berhenti (Wisnubroto,1997[a], 1997[b], 1999[a]). Kekeringan (kemarau panjang) dapat juga diketahui dengan indikator pranata mangsa tersebut. Tumbuhnya batang umbi gadung (*Dioscorea hispide* Dennst) merupakan indikator bahwa ± 50 hari kedepan musim hujan mulai, berbunyinya tonggeret (*Tibicen Sp*) merupakan indikator musim kemarau sudah dekat. Di samping itu batang umbi gadung tumbuh lama tidak berdaun tetapi justru langsung berbunga atau tonggeret berbunyi dalam periode panjang, merupakan indikator akan terjadi kekeringan lebih panjang. Masyarakat Sulawesi Selatan dan Lombok Selatan juga mempunyai indikator akan terjadinya kekeringan (kemarau panjang). Oleh karena itu prakiraan musim dalam rangka menanggulangi kekeringan sebaiknya merupakan penggabungan cara-cara lokal (tradisional) dengan cara nasional atau global (modern). Selanjutnya yang lebih penting lagi prakiraan kekeringan harus disempurnakan dan jangan sampai

prakiraan dijadikan andalan utama dalam menanggulangi kekeringan. Prakiraan kekeringan harus dilakukan bersama usaha-usaha lain yang lebih nyata; 3) yang cukup penting yang menyebabkan penanggulangan kekeringan belum menunjukkan keberhasilan adalah sikap-sikap para pemegang kebijakan dan kekuasaan. Sudah sangat umum bahwa pada waktu produksi pertanian khususnya pangan berhasil baik, selalu dinyatakan bahwa yang demikian itu adalah hasil karya atau usaha mereka. Entah panca usahanya entah yang lain, tidak pernah disebut adanya peranan cuaca/iklim. Akibatnya kalau beberapa tahun produksi pangan baik, masalah kekeringan cepat dilupakan. Yang lebih jelek lagi, kalau ada penurunan produksi akibat kekeringan, fenomena alam itu dikambinghitamkan. Bahkan kenaikan harga semen saja pernah dikaitkan dengan masalah kekeringan. Kejadian kekekeringan tahun 1982 sebetulnya merupakan contoh adanya kemajuan dalam menanggulagi kekeringan di Indonesia. Kekeringan pada tahun tersebut menurunkan laju pertambahan produksi tetapi tidak menurunkan total produksi (Wisnubroto, 1999[b]). Namun demikian jika ingin melihat kembali, usaha-usaha apa saja yang dilakukan penanggulangan pada saat itu, rupanya sudah sulit mendapatkan datanya. Kalau sikap seperti ini tidak ada perubahan berarti kemajuannya tidak lebih baik dari yang dipunyai orang-orang Yunani Kuno.

Seperti diketahui 400 tahun sebelum Masehi Plato menceritakan nasehat pendeta tua dari Mesir kepada Solon sebagai berikut: *"Solon, Solon, you greeks are aternal children. There have been many occasions of human destruction, and there will be many more. The chiefest source of these is fire and water"*. Kata *"Fire"* yang dimaksud pendeta tadi adalah bencana kekeringan yang membinasakan Yunani Kuno. Selanjutnya Plato menyatakan bahwa orang Mesir berbeda dengan orang Yunani. Orang Mesir selalu merawat pengetahuan-pengetahuan kuno dan sejarah. Jika terjadi sesuatu yang besar atau sesuatu yang penting, ditulis dan dipelihara pada candi, sedangkan orang Yunani dan kebanyakan bangsa lain tidak pernah mencatat. Informasi Plato ini digunakan Carpenter, (*cit*. Roberts, 1981) untuk pengantar bukunya "*Discontinuity in Greek Civilization*". Dalam buku tersebut disebutkan bahwa jatuhnya kota maju Yunani Kuno Mycenae sekitar tahun 1200 sebelum Kristus akibat kekeringan

beberapa tahun berturut-turut, walaupun kota Athene yang jaraknya kurang dari 100 km, tetap berdiri dan berkembang baik karena ada pengairan. Kerusakan Mycenae ini adalah salah satu contoh kesalahan manusia yang diceritakan pendeta tua pada Solon. Jadi kalau peristiwa-peristiwa kekeringan setiap kali dilupakan pejabat kita dan masyarakat Indonesia, maka sangat betul cerita Plato tadi. Artinya bangsa Indonesiapun juga tidak akan pernah menjadi bangsa dewasa dalam memecahkan masalah kekeringan, seperti orang-orang Yunani Kuno; dan 4) adanya perencanaan dan pelaksanaan kurang konsisten dan kurang benar. Pada periode-periode panen padi baik, hampir tidak ada orang berkata masalah diversifikasi pangan. Tetapi jika panen tidak baik, harus import berbagai komoditas pangan, setiap orang bicara soal diversifikasi pangan. Hal semacam ini betul-betul tidak relevan. Karena apa, diversifikasi pangan itu bukan hasil karya cepat (*instant*), tetapi suatu kebudayaan. Bangsa Indonesia sebetulnya sudah sejak dahulu melaksanakan diversifikasi pangan, baik secara individu maupun kesukuan atau kedaerahan. Bahkan bukan hanya soal macamnya, jumlahnyapun sudah diatur. Orang Jawa misalnya menyebut makan pagi itu dengan istilah “sarapan”, berarti makan ala kadarnya asal perut tidak kosong, sarapan dapat makan apa saja. Makan siang diistilahkan “antem kromo” artinya makan banyak dan sedapat mungkin lengkap lauk pauknya dan diusahakan makanan pokok karena habis bekerja dipagi hari dan akan bekerja di siang harinya. Makan malam disebut dengan “mancal kemul” dengan maksud makan sedikit saja yang penting masih ada tenaga untuk membenahi selimut di waktu malam. Jadi jika setelah setiap kali kurang beras baru dianjurkan diversifikasi pangan hampir tidak ada maknanya. Sejak dulu sampai sekarangpun masyarakat kita sudah melakukakan diversifikasi. Hal ini bukan karena anjuran tetapi karena kebiasaan. Ada bukti konkrit, ketela pohon banyak ditanam tetapi kuota eksport gaplek hampir tidak pernah terpenuhi. Kemana larinya ketela pohon. Di Yogya dan di kota-kota lain merupakan menu pengganjal sebelum makan nasi. Kejadian ini terjadi setiap waktu dan sudah lama, tidak hanya kalau beras mahal.

Disamping yang telah disebutkan, perencanaan dan pelaksanaan kurang benar terutama manyangkut masalah irigasi dan pola tanam. Dapat dipercaya, bahwa program-program irigasi biasanya didahului

dengan perencanaan. Hanya saja sering kali salah satu faktor penting dilupakan, yaitu faktor terjadinya kekeringan panjang. Umumnya perencanaan pengairan berdasarkan nilai rata-rata, sehingga jika terjadi kekeringan pada saat kemarau panjang perencanaan tadi dapat tidak sesuai. Sebagai buktinya adalah kekeringan yang sering terjadi di daerah-daerah irigasi di pantai utara Jawa. Jarang sekali terjadi gagal panen padi di daerah tadah hujan, tetapi gagal panen padi justru sering terjadi di daerah irigasi. Dalam membuat perencanaan irigasi akan lebih baik jika ditambah informasi dari data historis, misalnya perencanaan irigasi untuk periode tertentu atas dasar peluang terjadinya kekeringan terpanjang yang masih dapat dicukupi air. Dapat perencanaan 5 tahunan, 10 tahunan, dst. Dalam hal irigasi, masih ada juga kerancuan antara pengertian saluran pembawa dengan kecukupan air. Banyak yang menafsirkan jika pengairan teknis, setengah teknis, atau sederhana ini merupakan gambaran cukup tidaknya air. Sehingga banyak pejabat akan bangga jika menyebutkan sebagian besar wilayahnya berpengairan teknis, padahal kenyataannya air di tempat itu tidak selalu cukup. Walaupun saluran pembawa sudah teknis semua, dapat juga tidak kecukupan air. Dalam hal ini yang lebih penting sebetulnya adalah cukup/tidaknya air.

Masalah pola tanam di beberapa wilayah juga sangat tidak realistis. Sebagai contoh ada wilayah yang pola tanam selama satu tahun padi-padi-padi, padi- padi-palawija, atau padi-palawija-palawija dst. Jika dilihat pola tanam yang direncanakan di beberapa wilayah tersebut seolah-olah dalam satu tahun selalu ada tanaman yang dibudidayakan di lapangan. Padahal kenyataannya di wilayah tersebut dalam musim kemarau 3-5 bulan benar-benar tidak ada air atau ada imbangan defisit antara kebutuhan dan ketersediaan air. Hal semacam ini mestinya harus dibenahi supaya tidak boros dan data tertulis tidak banyak kekeliruan. Kalau memang tidak ada air atau air kurang dan belum menemukan jenis tanaman sesuai, tidak ada salahnya memasukkan bero dalam pergiliran tanaman.

Memiliki cadangan makanan cukup merupakan salah satu cara menanggulangi kekurangan pangan akibat kekeringan. Cadangan pangan menurut perhitungan mencukupi kekurangan pangan dalam

kekeringan paling panjang merupakan cara paling aman walaupun tidak mudah. Cara ini pernah dilaksanakan Nabi Yusuf A.S. ribuan tahun lalu dan pada saat ini Amerika Serikat menirunya. Memiliki cadangan pangan sudah dikerjakan masyarakat dan pemerintah Indonesia. Adanya lumbung desa sebelum badan-badan pemerintah adalah merupakan usaha penanggulangan jika ada periode gagal panen atau terlambat panen akibat kekeringan atau faktor lain. Model ini sebagian besar hilang karena pemerintah sudah membuat badan penyangga pangan (BULOG). Namun demikian ternyata adanya badan ini seolah-olah tidak bermanfaat jika terjadi kekeringan relatif panjang. Sebagai buktinya tahun 1997 yang kekeringannya kira-kira hanya lebih lama 40 hari saja sudah mengalami kesulitan dan harus impor beras lebih dari 7 juta ton. Jika setiap terjadi kekeringan selalu merasa kesulitan, artinya kemampuan boleh dikatakan lebih rendah dibanding generasi jauh sebelumnya dalam menanggulangi kekering-an ini. Sekali lagi perlu diingatkan bahwa kekeringan selama 7 tahun berturut-turut ribuan tahun lalu sudah dapat diatasi mengapa sekarang tidak dapat.

Perlu juga diingatkan kembali bahwa kekeringan terjadi di mana saja dan kapan saja baik di negara maju maupun negara berkembang, di negara kaya maupun di negara miskin. Usaha apa yang sebetulnya efektif untuk menanggulangi ada tiga negara didunia ini yang rupanya dapat sebagai contoh atau pedoman dalam usaha penanggulangan dampak kekeringan dalam pertanian. China dapat mengatasi dampak kekeringan dan penduduknya kecukupan pangan dengan pertanian beririgasi. Lebih dari 69% lahan pertanian di China beririgasi dengan baik. Amerika Serikat yang irigasinya hanya mencakup lebih kurang 8% dari lahan pertaniannya juga kecukupan pangan bahkan banyak menjual bahan pangan ke negara lain. Mesir yang lahan pertaniannya 100% dengan irigasi yang baik tetap tidak kecukupan pangan (FAO cit. Slater, 1981). Jadi menanggulagi dampak kekeringan pada produksi pangan rupanya memang tidak mudah. Negara-negara yang sampai saat ini belum memiliki cara yang handal perlu mencoba dan melaksanakan berbagai cara. Fakta yang ada dijadikan acuan dilaksanakan secara konsisten dengan penuh kejujuran. Perlu juga diingat bahwa terjadinya kekeringan sebetulnya merupakan katalisator perubahan ke arah pendekatan baru dan lebih berkelanjutan dalam

mengelola air untuk kemajuan pertanian (Anonim, 2002).

Peranan Perguruan Tinggi

Siapakah sebetulnya yang bertanggung jawab terhadap penanggulangan dampak kekeringan pada produksi pangan itu. Jelas bahwa berbagai pihak harus ikut bertanggung jawab. Jika banyak pihak harus bertanggung jawab seharusnya ada yang mengkoordinasi. Untuk taraf global, *World Meteorological Organization (WMO)* telah lama membentuk komisi Meteorologi Pertanian. Usaha komisi ini akan berhasil baik jika didukung pakar-pakar negara anggota. Ini artinya Ilmu Pengetahuan tentang Meteorologi Pertanian perlu dikembangkan diberbagai negara termasuk Indonesia. Program Studi apa yang kompenten mengembangkan? Sebetulnya sebelum tahun 1980-an di Indonesia pernah dirintis adanya program studi S-1 Meteorogi/Klimatologi Pertanian. Namun demikian program ini dihilangkan dengan alasan sulit dipahami.

Perlu diketahui bahwa ada tiga faktor produksi utama dalam pertanian. Faktor tersebut adalah Iklim, Tanah dan Tanaman. Artinya jika ingin mendapatkan hasil dan produksi pertanian yang baik dan stabil, setidak-tidaknya ketiga faktor tersebut harus dikuasai secara baik dan seimbang. Supaya dapat menguasainya harus mengetahui sifat masing-masing faktor. Supaya dapat mengetahui sifat masing-masing faktor perlu dipelajari. Tempat mempelajari ilmu pengetahuan memadai untuk perkembangan adalah di Perguruan Tinggi. Sekarang baiklah kiranya diingat kembali program studi S-1 yang ada di Fakultas Pertanian sesuai kurikulum nasional yang secara resmi diakui pemerintah. Untuk yang berkaitan dengan tanaman ada program studi produksi tanaman, program studi hortilkultura, program studi pemuliaan tanaman, dll. Untuk yang berkaitan dengan tanah ada program studi ilmu tanah. Namun demikian tidak ada program studi yang berhubungan dengan iklim. Yang sebelumnya ada dalam kurikulum yang lama justru dihapus. Mungkin ada anggapan bahwa iklim merupakan faktor yang tidak dapat direkayasa. Kalau seandainya seperti itu alasannya, berarti kesalahannya makin tambah besar. Di negara maju iklim sudah banyak direkayasa.

Karena rekayasa iklim, masyarakat di iklim sedang dapat

menanam tanaman dalam musim dingin dalam *green house*, Tanaman kopi, kakao, teh, dan tembakau dapat hidup dan berproduksi dengan baik di tempat yang iklimnya kurang cocok dengan merekayasa iklim menggunakan tanaman lain sebagai naungan atau naungan fisik. Karena rekayasa iklim dapat menanam tanaman dalam kamar. Karena rekayasa iklim tanaman hari panjang dapat berhasil ditanam di wilayah hari netral atau hari pendek. Bagi yang tahu iklim mikro dapat direkayasa dengan mudah sehingga tanaman berhasil lebih baik. Dengan rekayasa, terjadinya hujan dapat distimuler, sehingga kekurangan air dapat dicukupi. Siapakah yang kompeten mengembangkan teknologi sepert itu ? sehubungan dengan itu alangkah bijaksana dan baiknya para pembuat kebijakan dan pembuat keputusan meninjau ulang apakah penghapusan program studi yang justru kompeten terhadap salah satu faktor produksi pertanian yang utama itu sudah benar. Semua menyadari bahwa yang namanya kurikulum pendidikan itu sejak TK sampai Perguruan Tinggi merupakan hasil rekayasa. Semua rekayasa memang perlu diberi rambu-rambu. Rambu-rambu pengembangan ilmu dan teknologi yang utama adalah moral, etika, dan agama. Selama pengembangan ilmu dan teknologi tidak bertentangan dengan ketiga norma tadi dan ada yang mau mengembangkan seharusnya di berikan kesempatan yang sebesar-besarnya.

Penutup

Kekeringan merupakan kejadian yang sejak dahulu kala sering terjadi dan masih akan sering terjadi lagi. Kekeringan dapat terjadi dimana saja, waktunya tidak tertentu dengan intensitas berbeda-beda. Dampak kekeringan selalu menurunkan atau menggagalkan produksi pangan yang selanjutnya dapat menyebabkan kehancuran suatu masyarakat atau negara. Berbagai usaha penanggulangan telah dilakukan masyarakat berbagai negara. Taraf keberhasilan penanggulangan ini berhubungan erat dengan kemajuan ilmu dan teknologi yang dicapai masyarakat, sehingga semua kelompok masyarakat yang ingin terbebas dampak buruk kekeringan harus berusaha mendapat ilmu dan teknologi tentang kekeringan memadai. Untuk itu perguruan tinggi perlu menyelenggarakan pendidikan kompeten terhadap masalah kekeringan dan produksi pangan. Yang lebih penting lagi,

kekeringan bukan hambatan, tetapi dorongan untuk pengelolaan iklim dan air lebih maju.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1990. *Annual Report. Office Of Foreign Disaster*. Assistance. Washington D.C.

Anonim, 1993. Project In Progress.: *The World Bank At Work*. 8. Washington D.C.

Anonim[a], 2001. *Studi Antisipasi Dampak El Nino Terhadap Produksi dan Pendapatan Usaha Tani Tanaman Pangan*. Laporan Kerja sama Dir. Jen. Bina Produksi Tanaman Pangan Departemen Pertanian Dengan Fakultas pertanian UGM.

Anonim[b], 2001. *Pedoman Teknis. Antisipasi Penyimpangan Iklim El Nino Tahun 2001-2002* Dir. Jen. Bina Sarana Pertanian. Dept. Pertanian.

Anonim, 2002. *Dealing With Drought*. Research. IWMI.

Bachelor, C; C**.** Lovell & I. Mharepara, 2000. Productive water Points As A Means Of Coping With Drought. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought A Global Assesment* II: 17-29. London.

Culbert, T.P. 1973. *The Classic Maya Collapse*. Abuquerque. University of New Mexico Press.

FEMA. 1995. *National Mitigation Strategy Federal Emergency Management Agency*. Washington D.C.

Hare, F.K. 1981.Climate Impact on Food Supplies. Can be Identified. Dalam L.E Slater & S.K. Levin (Eds). *Climate's Impact on Food Supplies*. AAA, Selected Symposium. 62: 9-20. Whasington D.C.

Heathcote, R.L; 2000. She'll Be Right, Mate. Coping with Drought. Strategies Old and New In. Australia. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought A Global Assesment* II: 59-70 London.

Heim. Jr. K.R.1997. Drought Indecs. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought. A global Assesment.* I ; 159-167 N.Y

Kartodirdjo. S & D . Suryo. 1991. *Sejarah Perkebunan di Indonesia*: Kajian Sosial-Ekonomi. Aditya-Media. Yogyakarta.

Liverman, D.M. 1997. Adaptation To Drought In Mexico. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought. A Global Assesment* I: 35-46

May. L.H. & F.L. Milthorpe, 1962. *Drought Resistant of Crop Plants. Commonwealth Bereau of Pastures and Field Crops*. U.K. Field Crops Abstracts. 171-179

Magalhaes, A.R; H.C. Filho; F.L. Garagorry; J.G. Gasgues; L.C.B. Molion; M.da Sa Neto; C.A. Nobre; E.R.Porto & O.E. Reboucas. 1988. The Effect of Climatic Variations on Agriculture in Northeast Brazil. Dalam M.L Parry, T.R.Carter & N.T.Konijn (Eds). *The impact of Climatic Variations In Agriculture: Assesment In semi-Arid Region.* II. 273-380: Kluwer Academic Publisher. Boston.

Mason S.J & P.D Tyson, 1997 The Occurance and Predictibility of Drought Over Southern Africa. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought, A Global Assesment* I: 135-142

Miller, K.A, 2000. Managing Supply Variability: The Use Of Water Banks In The Western United States. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought Global Assesment* II: 70-87. London.

Murphy, A.D 1991 Social Inquality. In Oxaca: *A History of Resistance and Change*. Temple University Press. Philadelphia.

Office Of Foreign Disaster Assistance, 1990. *Annual Report*. Washington D.C.

Oyebende. L. 1990. *Drought Policy and Drought Planning In African Water Resources Development* VI. 4: 260-269

Raffles, T.S. 1978. *The History of Java* I. Oxford University Press. Selangor

Ranggawarsito,-. *Serat Pustakaraja Purwa.* I. Dilatinkan oleh Kamajaya, 1993 Yayasan Centhini Yogyakarta.

Roberts, W.O.1981. *Introduction. Climate's Impact on Food Supplies*. AAAS Selected Symposium. 62: 1-6. N.Y.

Sastri, A.S.R.A.S, 1992. *Traditional Drought Management Techniques in Central India*. Drought Network News. IV. 2: 3-4. N.D.

Sastri, A.S.R.A.S. 1997 Agriculture Drought Management For Sustained Agriculture Development. Dalam D.A. Wilhite (Ed) *Drought. A Global Assesment* I: 46-59. N.Y.

Slater, L.E. 1981. Three Approach To Producing Climate's Impact on Food Supplies. Dalam. L.E. Slater & S.K. Levin. (Eds). *Climate's Impact on Food__Supplies*. AAAS Selected Symposium. 62: 99-130. N.Y.

Subbiah, A.R. 2000 Response Strategies of Local Farmers in India. Dalam D.A.Wilhite (Ed). *Drought A Global Assesment* II. 28-34. London.

Suwanabar, B & T. Mekhora, 2002. *Stabilization Of Upland Agriculture Under El Nino-Induced Climatic Risk*: *Impact Assesment and Mitigation Measures In Thailand. Palawija News*. U.N. escap. XIX. 1: 1-7

Swearingen, W.H. & A. Bencherifa, 1997. An Assesment Of The Drought Hazard In Marocco. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought. A Global Assesment* I: 279-287

Tadesse, T. 1997. Drought and Its predictibility In Ethiopia, Dalam D.A.Wilhite (Ed). *Drought, A Global Assesment*. I. 135-143. N.Y.

Wang Shaowa, Je Jinlan & Qian Weihong. 1997. Predictibility In China. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought A Global Assesment* I: 100-113. N.Y.

Wilhite, D.A. & M.H. Glantz, 1985. Understanding The Drought Phenomenon. The Role Of Definitions. Water International 10: 111-120

————,1997. *Drought As Nature Hazard.* Dalam D.A.Wilhite (Ed). *Drought. A Global Assesment*, I: 1-17. N.Y.

————, 2000. Preparing for Drought. Dalam D.A. Wilhite(Ed). *Drought. A Global Assesment* II: 89-105. London.

Wisnubroto, S. 1995. Memanen Hujan Untuk Keperluan Rumah Tangga Model Keraton Ratu Boko. *Bulletin Meteorologi Pertanian*. III. 1&2.

————, 1997. Kekeringan Dalam Pertanian. Tinjauan khusus dari unsur curah hujan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. II. 1: 75-79

————, 1997 *Pranata Mangsa Dalam Budidaya Tanaman Pangan*. Workshop pemanfaatan faktor iklim dalam Menunjang Implementasi PHT Bogor.

————, 1999[a] *Pengenalan Waktu Tradisional Pranata Mangsa dan Wariga Menurut Jabaran Meteorologis dan Pemanfaatannya dalam Bidang Sosial dan Pertanian*. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.

————, 1999[b] *Meteorologi Pertanian Indonesia*. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.

Zonn, I, M.H. Glantz & A. Rubenstein, 1997. The Virgin Land Scheme In The Former Sovyet Union. Dalam D.A. Wilhite (Ed). *Drought. A Global Assesment* I: 381-389