

KARAKTERISASI DAMPAK EL-NINO TERHADAP CURAH HUJAN DAN PERGESERAN MUSIM SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP POLA DAN MASA TANAM TANAMAN PANGAN (*Studi Kasus di Sulawesi Selatan*)

(Characterization of El-Nino Impact on Rainfall and Season and Its Implication on Food Crop Pattern: Case Study in South Sulawesi)

Elza Surmaini dan Gatot Irianto

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi

ABSTRACT

According to the data recorded, the impact of strong El-Nino 1997 on rainfall characteristics are: (1) decreasing of the amount of rainfall, (2) anticipate of dry season, (3) delay of wet season and finally will decrease the food production. Limited capability on el-nino characterization will be retarding on el-nino anticipation. The effect of el-nino on crops production can be illustrated from rice, soybean and corn production. Rice production on 1997 tends to decline compared with the normal year. Similarly for corn production tend decline on weak El-Nino but increase on strong El-Nino 1997. Inversely for soybean production has significant increase on any El-Nino condition. Base on this experience, for el-nino anticipation extensification of corn and soybean area can be proposed, meanwhile rice area can be recommended as long as water supply is sufficient. For minimizing decreasing of crops production, increasing of soybean cultivation is recommended for any El-Nino condition, mainly for MK-1 and MK-2. Paralelly for strong El-Nino, corn area should be extensified too. To prohibit accumulation of corn and soybean production in the same period, optimization of demand and supply have to be considered.

Key words : El-Nino, Food production, Early dry season, Late wet season, Crop pattern

ABSTRAK

Secara faktual El-Nino kuat tahun 1997 berdampak terhadap penurunan curah hujan, awal musim kemarau yang lebih cepat, dan awal musim hujan yang sangat lambat yang besar pengaruhnya terhadap penurunan produksi pertanian di Sulawesi Selatan. Besarnya dampak El-Nino terhadap sistem produksi pertanian antara lain disebabkan oleh lemahnya kemampuan untuk karakterisasi besaran dampak El-Nino sehingga seringkali terlambat dalam antisipasinya. Produksi padi di Sulawesi Selatan pada tahun El-Nino memperlihatkan kecenderungan menurun dibandingkan tahun normal. Produksi jagung mempunyai kecenderungan menurun pada kondisi El-Nino lemah dan meningkat pada El-Nino kuat tahun 1997. Produksi kedelai memperlihatkan peningkatan yang cukup signifikan pada setiap kejadian El-Nino. Berdasarkan pengalaman tersebut, maka untuk antisipasi El-Nino ke depan, perluasan areal tanam komoditas jagung dan kedelai perlu dilakukan, sementara komoditas padi perlu diminimalkan sesuai dengan pasokan airnya. Salah satu antisipasi terhadap penurunan produksi adalah dengan mengganti komoditas padi dengan kedelai pada kondisi El-Nino terutama pada MK-1 dan MK-2. Sedangkan pada kondisi El-Nino kuat perluasan areal tanaman jagung juga dapat dilakukan untuk menggantikan tanaman padi terutama pada MK-1 dan MK-2. Untuk mencegah ledakan produksi, maka proporsi luas tanam kedelai dan jagung perlu disesuaikan dengan kebutuhan.

Kata kunci : El-Nino, Produksi pangan, Musim kemarau yang lebih, Musim hujan yang lebih lambat, Pola dan masa tanam

Penyerahan naskah : 12 Desember 2001

Diterima untuk diterbitkan : Desember 2002

PENDAHULUAN

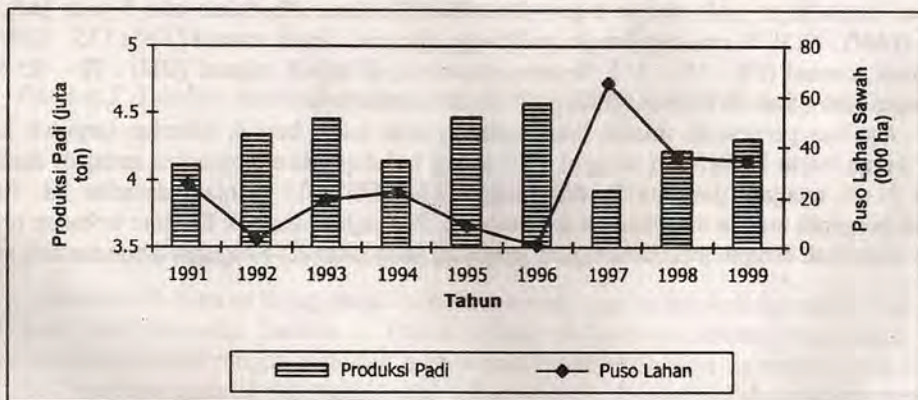
Sirkulasi udara global menyebabkan fluktuasi suhu muka laut di kawasan Pasifik yang mempengaruhi curah hujan di Indonesia. Fenomena alam yang mempengaruhi kondisi curah hujan di Indonesia yaitu El-Nino dan La-Nina. Pada kondisi normal suhu muka laut berkisar antara $- 0.5^{\circ}\text{C}$ – 0.5°C dari nilai normalnya, sedangkan pada kondisi La-Nina suhu muka laut lebih kecil $- 0.5^{\circ}\text{C}$, dan El-Nino suhu muka laut lebih dari 0.5°C . Pada kondisi La-Nina curah hujan di sebagian wilayah Indonesia meningkat diatas normal, sebaliknya pada kondisi El-Nino menyebabkan curah hujan turun sampai dibawah normal. La-Nina yang kuat bias menimbulkan banjir, tetapi kelebihan air pada kondisi La-Nina juga dimanfaatkan untuk meningkatkan IP (Indek Pertanian).

El-Nino mempunyai intensitas yang berbeda dan menimbulkan tingkat kerusakan yang berbeda pula. El-Nino dikatakan kuat apabila anomali suhu muka laut lebih besar dari 2°C , sedang apabila anomalnya berkisar antara $1-2^{\circ}\text{C}$, dan lemah apabila anomali suhu mukal laut berkisar antara $0.5 - 1^{\circ}\text{C}$ (Surmaini dan Sugianto, 1999). Kejadian yang paling besar pengaruhnya terhadap pertanian adalah El-Nino tahun 1991, 1994, dan terkahir 1997 (Tabel 1), Bahkan El-Nino 1997 menyebabkan krisis pangan nasional yang cukup serius.

Tabel 1. Luas areal pertanian padi (ha) yang mengalami kekeringan dan banjir pada tahun El-Nino dan La-Nina di Indonesia

Tahun	Kekeringan	Gagal panen	Kebanjiran	Gagal panen
1988 (La-Nina)	87.373	15.115	130.375	28.937
1991 (El-Nino)	867.997	192.347	38.006	5.707
1994 (El-Nino)	544.422	161.144	132.973	32.881
1995 (La-Nina)	28.580	4.614	218.144	46.957
1997 (El-Nino)	504.021	88.467	583.974	13.787

Sulawesi Selatan sebagai sentra produksi pangan di kawasan timur Indonesia termasuk daerah yang mengalami dampak El-Nino sangat nyata. Pada kondisi El-Nino kuat (1997), sedang (1991) dan lemah (1994) terjadi puso sawah seluas 65.340 Ha, 25.900 Ha, dan 21.995 Ha, sedangkan pada kondisi normal (1996) hanya seluas 1112 Ha. Penurunan produksi beras pada kondisi El-Nino mencapai 450 ribu ton (Gambar 1).



Gambar 1. Produksi padi dan puso di Sulawesi Selatan periode 1991-1999

Walaupun dampak El-Nino yang menyebabkan penurunan produksi tanaman pangan telah berulang kali terjadi, tetapi kita selalu tidak siap dan tidak mampu mengantisipasi. Berkaitan dengan semakin meningkatnya intensitas dan frekuensi El-Nino, maka perlu dilakukan karakterisasi besaran dampak El-Nino terhadap penurunan produksi tanaman pangan, pergeseran musim dan penurunan curah hujan. Hasil karakterisasi tersebut dapat menggambarkan dampak El-Nino kuat 1997, sehingga apabila diramalkan akan terjadi El-Nino dengan intensitas kuat (anomali suhu muka laut $> 2^{\circ}\text{C}$), maka pengalaman tahun 1997 dapat dijadikan sebagai bahan masukan dalam modifikasi teknologi antisipasinya.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

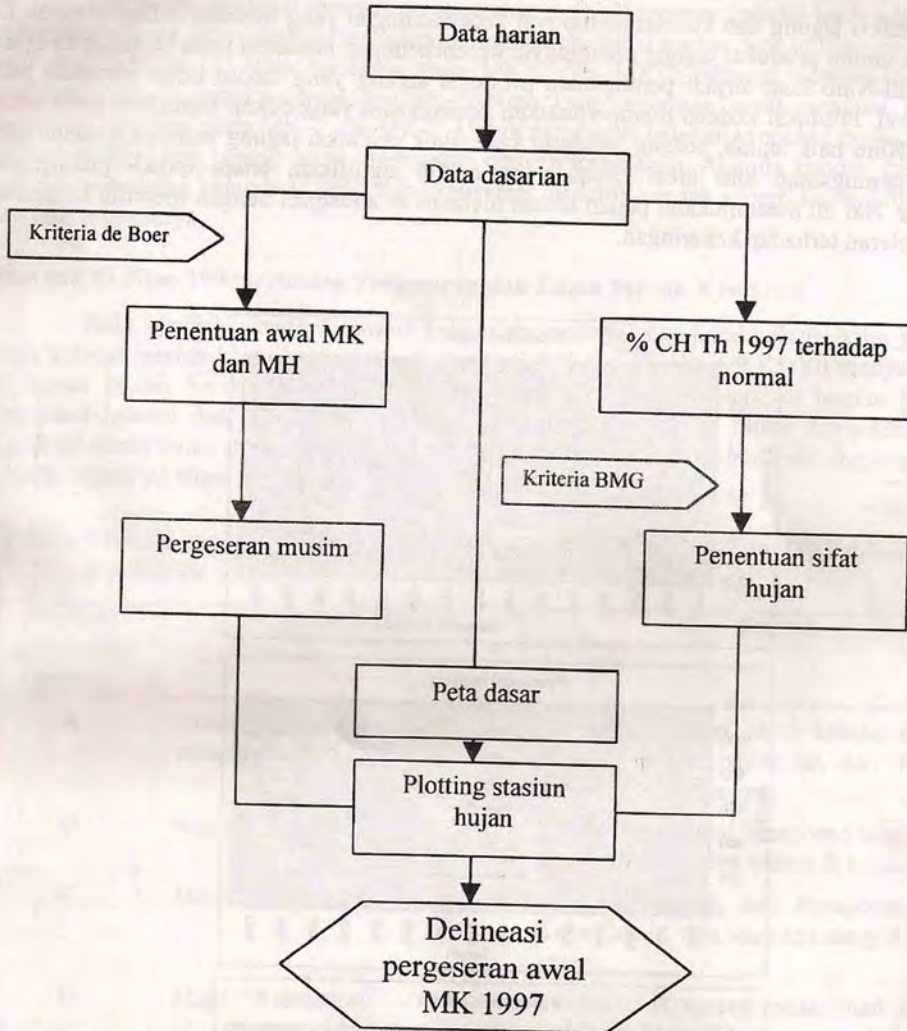
Data produksi tanaman padi, jagung, dan kedelai di Propinsi Sulawesi Selatan tahun 1985-1999 digunakan untuk melihat gambaran penurunan produksi pangan pada kondisi El-Nino dibanding normalnya. Peta Zona Agroklimat Oldeman (1977) dan peta wilayah hujan Pulau Sulawesi (Puslittanak, 2000) digunakan sebagai dasar dalam delineasi pergeseran musim kemarau. Sedangkan data curah hujan harian periode 1990-2000 digunakan untuk karakterisasi besaran dampak El-Nino terhadap penurunan curah hujan dan pergeseran musim. Delineasi pergeseran musim menggunakan peta dasar Sulawesi Selatan skala 1:500.000.

Metodologi

Analisis dampak El-Nino terhadap penurunan curah hujan dan pergeseran musim dilakukan pada stasiun yang tersedia data hariannya dari periode 1990-2000 yaitu sebanyak 102 stasiun yang tersebar di seluruh wilayah Sulawesi Selatan. Khusus di wilayah pegunungan bagian utara, yaitu daerah sekitar G. Kabinturu, G. Taodokalandu sampai G. Balease, untuk sementara belum dapat dilakukan karena tidak terdapat jaringan stasiun hujan di daerah tersebut.

Penentuan awal musim kemarau dan musim hujan menggunakan kriteria de Boer. De Boer (1947) menyatakan bahwa awal musim kemarau apabila curah hujan selama dua dasarian berturut-turut lebih kecil dari 50 mm, sedangkan awal musim hujan adalah apabila curah hujan selama dua dasarian berturut-turut lebih besar dan sama dengan 50 mm. Sedangkan kriteria intensitas curah hujan pada musim hujan dan musim kemarau dibedakan atas 5 yaitu jauh diatas normal (JAN) : $>130\%$ rata-rata jangka panjangnya/normal, diatas normal (AN): $115 - 130\%$ dari normalnya, normal (N) : $85 - 115\%$ dari normalnya, di bawah normal (BN) : $70 - 85\%$ dari normalnya, jauh dibawah normal (JBN): $<70\%$ dari normalnya.

Analisis pergeseran musim menggunakan data dalam bentuk dasarian (sepuluh harian). Jumlah curah hujan harian dari tanggal 1-10 setiap bulannya dikelompokkan menjadi dasarian I, tanggal 11-20 menjadi dasarian II, dan tanggal 21-28/29/30/31 menjadi dasarian III. Tahapan delineasi pergeseran musim disajikan pada Gambar 2. Sedangkan dampak El-Nino terhadap produksi pangan dilakukan dengan membandingkan produksi pada tahun El-Nino dan tahun normal.



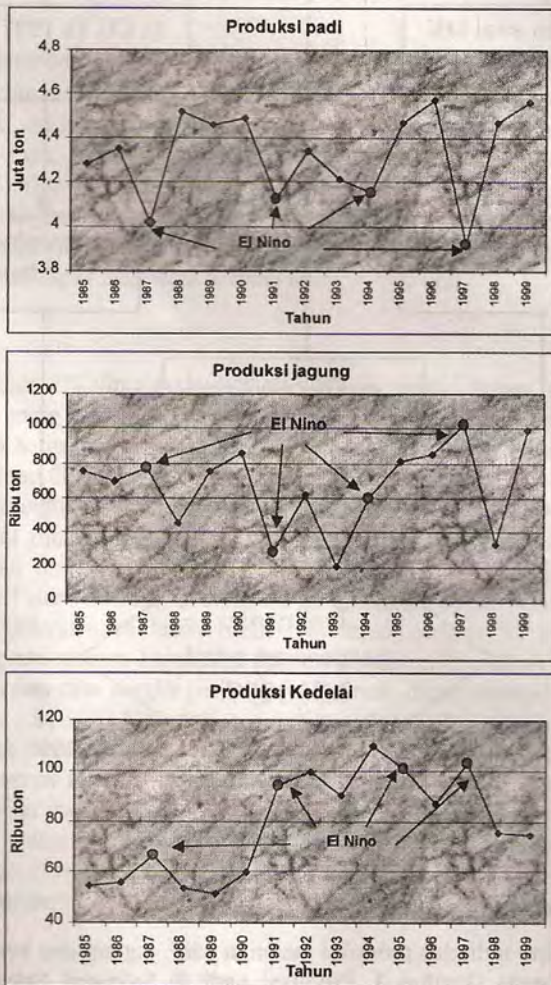
Gambar 2. Tahapan analisis pergeseran musim pada El-Nino 1997 di Sulawesi Selatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Tanaman Palagung pada kondisi El-Nino

Dampak El-Nino terhadap produksi tanaman padi, jagung dan kedelai pada tahun El-Nino dan normal disajikan pada Gambar 3. Produksi padi di Sulawesi Selatan pada tahun El-Nino memperlihatkan kecenderungan menurun pada setiap kejadian El-Nino terutama pada tahun El-Nino 1997 yang mengalami penurunan yang cukup drastis. Dibandingkan produksi pada tahun 1996 (normal) mengalami penurunan sebesar 65 ribu. Penurunan ini disebabkan karena tinggi lahan puso yaitu 66 ribu ha.(Tabel 2).

Produksi jagung dan kedelai mempunyai kecenderungan yang berbeda akibat dampak El-Nino. Secara umum produksi jagung mempunyai kecenderungan menurun pada kejadian El-Nino, tetapi pada El-Nino kuat terjadi peningkatan produksi jagung yang cukup besar melebihi pada kondisi normal. Produksi kedelai memperlihatkan peningkatan yang cukup signifikan pada setiap kejadian El-Nino baik lemah, sedang ,maupun kuat. Baik produksi jagung maupun kedelai tidak mengalami peningkatan luas areal tanam yang cukup signifikan, tetapi terjadi peningkatan produktivitas. Hal ini menunjukkan petani belum melakukan antisipasi dengan memilih komoditas yang lebih toleran terhadap kekeringan.



Gambar 3. Trend produksi tanaman Palangung pada kondisi normal dan El-Nino di Sulawesi Selatan

Gambaran produksi tersebut menunjukkan bahwa tanaman kedelai lebih adaptif terhadap kekeringan. Salah satu antisipasi terhadap penurunan produksi adalah dengan mengganti komoditas padi pada kondisi El-Nino terutama pada MK-1 dan MK-2, sebagai kompensasi penurunan produksi padi. Sedangkan pada kondisi El-Nino kuat perluasan areal tanaman jagung dapat dilakukan terutama pada MK-1 dan MK-2. Untuk mencegah ledakan produksi, maka proporsi luas tanam kedelai dan jagung perlu disesuaikan dengan kebutuhan. Apabila kondisi memungkinkan perlu di introduksi komoditas yang mengkonsumsi air lebih rendah seperti kacang hijau, ubikayu, dan lain sebagainya.

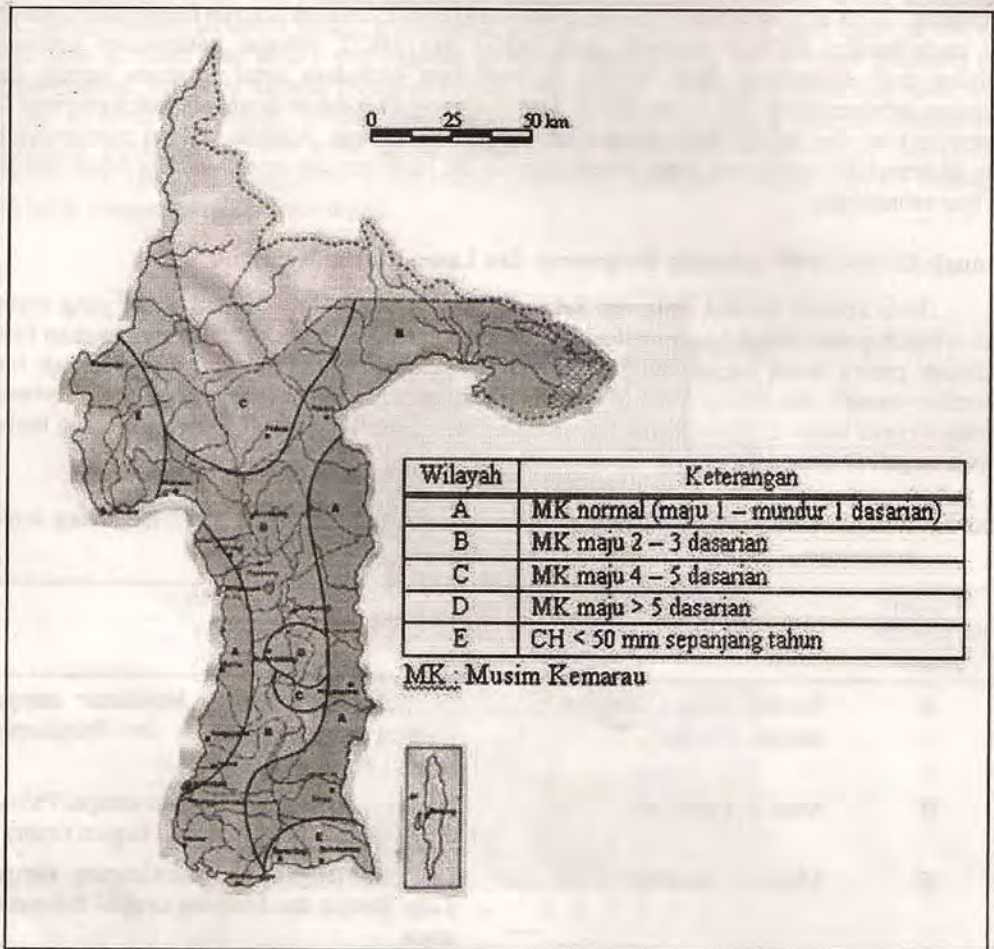
Dampak El-Nino 1997 terhadap Pergeseran dan Lama Musim Kemarau

Pada kondisi normal, Sulawesi Selatan mempunyai tiga karakteristik iklim yang berbeda yaitu wilayah pesisir barat, bagian tengah dan pesisir timur. Puslittanak (2000) menyatakan bahwa di daerah pesisir barat puncak hujan terjadi bulan Desember-Januari, di bagian tengah bulan Desember-Januari dan bulan April-Mei, dan di pesisir timur pada bulan April-Mei. Perbedaan distribusi curah hujan di tiga wilayah tersebut akan menghasilkan respon kekeringan yang berbeda apabila terjadi El-Nino.

Tabel 3. Wilayah pergeseran awal musim kemarau pada tahun El-Nino 1997 dibanding kondisi normalnya

Wilayah pergeseran musim	Awal musim kemarau	Daerah
A	Normal (maju 1 dasarian sampai mundur 1 dasarian)	Di pesisir barat dari Makkasar sampai Pinrang dan pesisir timur, dari Bulukumba sampai Padang sappa.
B	Maju 2-3 dasarian	Dari selatan mulai Jeneponto sampai Palopo di pesisir barat dan Malili di bagian timur.
C	Maju 4-5 dasarian	Dibagian tengah dari Pamisorang sampai Tana Toraja, dan Mamasa sampai Babana di utara.
D	Maju > 5 dasarian	Terdapat di daerah pedalaman di Bengo, Lalabata, Maroanging, sampai Unyi.
E	Tidak terdapat perbedaan yang jelas antara musim hujan dan musim kemarau (< 50 mm sepanjang tahun)	Di pesisir barat menyebar di daerah Polewali, Majene sampai Mamuju.

Hasil deliniasi tersebut menunjukkan bahwa di pesisir barat dan timur tidak mengalami pergeseran awal musim kemarau yaitu sekitar April III di pesisir barat dan Juli II di pesisir timur. Pada saat El-Nino intensitas angin pasat yang membawa uap air melemah (Nieuwolt, 1975; Mukarami, 1992). Namun karena posisi di pesisir pantai, massa uap air jatuh lebih dulu di daerah ini, sehingga walaupun terjadi penurunan hujan tetapi tidak menyebabkan terjadinya pergeseran awal musim kemarau (Gambar 4).



Gambar 4. Delineasi wilayah pergeseran musim kemarau di Sulawesi Selatan

Di wilayah dataran rendah (wilayah B), awal musim kemarau maju 2-3 dasarian sedangkan wilayah dataran tinggi (wilayah C dan D) musim kemarau datang lebih awal 4-5 dasarian. Awal musim kemarau lebih cepat karena sebagian uap telah jatuh di daerah pesisir pantai, sehingga di dataran rendah sampai dataran tinggi curah hujannya rendah. Pada daerah sejajar pantai (wilayah E) seperti Majene dan Mamuju yang mengalami musim kemarau sepanjang tahun.

Selain musim kemarau yang lebih awal, El-Nino 1997 juga menyebabkan peningkatan lama musim kemarau yang menyebabkan mundurnya awal musim, seperti disajikan pada Tabel 4. Peningkatan periode musim kemarau tertinggi di daerah dataran tinggi (wilayah C dan D). Wilayah ini umumnya mempunyai pola hujan bimodal, dan pada saat El-Nino puncak curah hujan pada April - Mei mengalami penurunan cukup besar yang memperpanjang periode musim kemarau.

Tabel 4. Lama musim kemarau pada tahun normal dan El-Nino 1997 di Sulawesi Selatan

Wilayah pergeseran musim	Daerah	Lama musim kemarau (dasarian)	
		Normal	El-Nino 1997
A	Makkasar	20	21
	Bupon	10	13
B	Jennemarung	20	23
	Tanrutedong	10	14
C	Babana	7	12
	Sero	14	21
D	Lalabata	12	20
	Unyi	11	16
E	Majene	30	34
	Mamuju	28	33

Dampak El-Nino terhadap Penurunan Curah Hujan

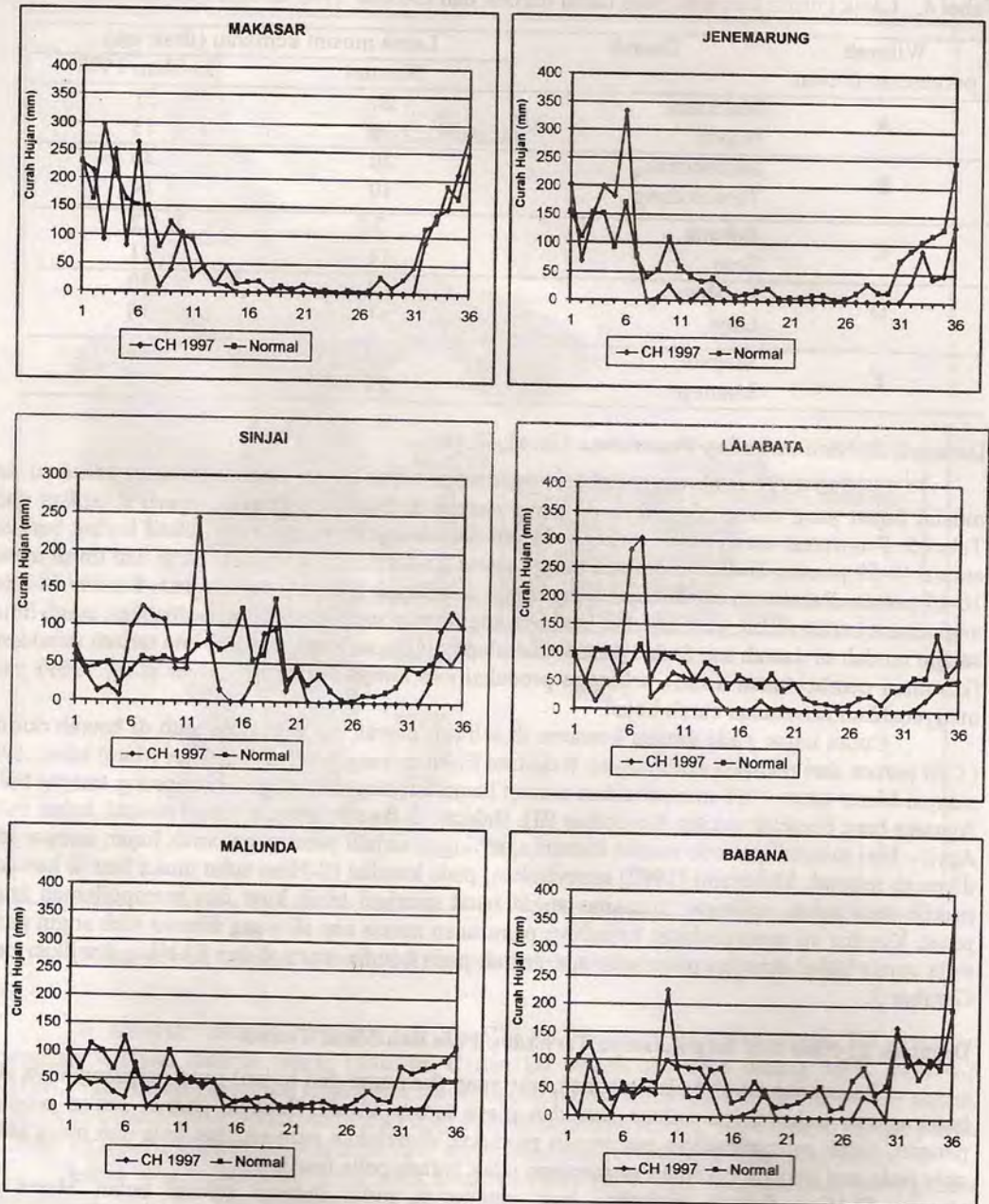
El-Nino 1997 telah menyebabkan penurunan curah hujan tahunan, musim kemarau dan musim hujan yang cukup signifikan di setiap daerah di Sulawesi Selatan seperti disajikan pada Tabel 5. Penurunan curah hujan tertinggi terjadi daerah sejajar pantai yang relatif kering berkisar antara 40-50 persen, di daerah dataran tinggi antara 25-35 persen di pesisir barat dan timur antara 10-15 persen. Penurunan curah hujan yang tinggi di wilayah E terjadi karena pada kondisi El-Nino angin barat bertiup lebih kencang dan letaknya angin yang sejajar pantai menyebabkan curah hujan sangat rendah di daerah ini. Sedangkan di daerah pegunungan pada saat El-Nino terjadi subsidensi (kesulitan pembentukan awan), sehingga produksi uap airnya berkurang (Boer *et al*, 1999) yang menyebabkan penurunan curah hujan.

Curah hujan pada musim kemarau di seluruh daerah turun sampai jauh di bawah normal (< 70 persen dari rata-rata normalnya). Kejadian El-Nino yang berlangsung dari Maret tahun 1997 sampai Maret tahun 1998 menyebabkan musim kemarau yang umumnya berlangsung sampai bulan Agustus baru berakhir sekitar November III). Bahkan di daerah dataran tinggi puncak hujan bulan April - Mei menjadi periode musim kemarau, sehingga terjadi penurunan curah hujan sampai jauh dibawah normal. Mukarami (1992) menyatakan, pada kondisi El-Nino suhu muka laut di kawasan pasifik meningkat, sehingga intensitas angin barat menjadi lebih kuat dan memperlemah angin pasat. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penurunan massa uap air yang dibawa oleh angin pasat. Pola curah hujan dasarian pada beberapa daerah pada kondisi normal dan El-Nino disajikan pada Gambar 5.

Dampak El-Nino dan Implikasinya Terhadap Pola dan Masa Tanam

Penurunan curah hujan tahunan, musiman (kemarau dan hujan) serta pergeserannya akan berpengaruh terhadap penentuan saat dan masa tanam klasik. Sebagai daerah sentra produksi pangan, untuk meminimalkan penurunan produksi, diperlukan penyesuaian pola dan masa tanam agar pada saat periode cekaman air tanaman tidak berada pada fase kritis.

El-Nino dengan intensitas kuat umumnya mulai muncul sekitar bulan Maret dan berlangsung sampai bulan Maret tahun berikutnya (Pawitan, 1998), sehingga akan mengakibatkan pergeseran awal musim kemarau dan hujan. Apabila diramalkan akan muncul El-Nino dengan intensitas kuat, indikasi yang ditunjukkan pada kejadian El-Nino 1997 dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam melakukan antisipasi masa tanam dan pemilihan komoditas.



Gambar 5. Pola hujan dasarian pada kondisi normal dan El-Nino 1997

Tabel 5. Penurunan curah hujan tahunan, musim kemarau dan musim hujan pada tahun 1997 dibanding rata-rata normalnya.

Wilayah pergeseran musim	Daerah	Persentase curah hujan El-Nino 1997/Normal		
		Tahunan	Musim Kemarau	Musim Hujan
A	Makkasar	80% (BN)	36% (JBN)	86% (N)
	Bupon	80% (BN)	26% (JBN)	91% (N)
B	Jennemarung	85% (N)	49% (JBN)	82% (N)
	Tanrutedong	65% (JBN)	35% (JBN)	71% (BN)
C	Babana	82% (BN)	69% (JBN)	83% (BN)
	Sero	73% (BN)	49% (JBN)	81% (N)
D	Lalabata	65% (JBN)	55% (JBN)	69% (JBN)
	Unyi	66% (JBN)	36% (JBN)	70% (JBN)
E	Mamuju	52% (JBN)	-	-
	Majene	61% (JBN)	-	-

Keterangan : -: curah hujan bulanan di bawah 50 mm

Di wilayah A yaitu di pesisir barat, walaupun awal musim kemarau di daerah ini normal, sebaiknya dilakukan percepatan tanam percepatan tanam musim kemarau I (MK-1)1 dasarian yaitu sekitar April III- Mei I karena curah hujan yang jauh di bawah normal, atau alternatif lain adalah dengan menanam palawija seperti kedelai atau jagung. Sedangkan di pesisir timur musim kemarau baru berlangsung Sekitar Juli II-Agustus I, sehingga masih aman dilakukan penanam padi pada MH dan MK-1.

Di wilayah B bagian selatan sebaiknya penanaman MK-1 dilakukan lebih cepat yaitu Maret II-III untuk memanfaatkan hujan yang masih relatif tinggi. Sedangkan di wilayah B bagian utara seperti Kabupaten Sidrap dan Luwu, awal musim kemarau sekitar Juli II-III. Penanaman padi di daerah sentra produksi pangan ini dapat dilakukan pada MH dan MK-1.

Di wilayah C dan D awal kemarau mulai April II-Mei I. Pemilihan komoditas pada MK-1 dan MK-2 sebaiknya tanaman yang relatif mengkonsumsi air sedikit karena periode kemarau yang lebih panjang dengan curah hujan sampai jauh dibawah normal. Sedangkan di wilayah E tidak disarankan menanam padi karena curah hujan yang rendah sepanjang tahun.

Awal tanam musim hujan (MH) di seluruh wilayah Sulawesi Selatan mundur 3-5 dasarian karena periode musim kemarau yang lebih panjang. Tindakan antisipasi yang perlu dilakukan adalah penyesuaian awal musim tanam MH. Awal MH pada kondisi normal adalah Oktober II-III dan pada kondisi El-Nino mundur dampai November III-Desember II untuk menghindari cekaman kekeringan pada fase inisiasi yang memerlukan banyak air.

KESIMPULAN

1. El-Nino tahun 1997 berdampak sangat signifikan terhadap penurunan produksi tanaman pangan, pergeseran musim dan penurunan curah hujan. Dampak tersebut mempunyai intensitas yang berbeda di setiap wilayah, sehingga diperlukan karakterisasi besarnya (*magnitute*). Delineasi pergeseran awal musim kemarau pada saat El-Nino kuat menunjukkan terdapat 5 wilayah yaitu wilayah pesisir (A) dengan awal musim kemarau normal, wilayah dataran rendah (B) awal musim kemarau maju 2-3 dasarian, dan dataran tinggi (C) maju 4-5 dasarian dan (D) maju lebih dari 5 dasarian. dan wilayah sejajar pantai (E) dengan musim kemarau terjadi sepanjang tahun.
2. El-Nino 1997 mengakibatkan penurunan curah hujan sampai 50%. Tindakan antisipasi yang diperlukan adalah menyesuaikan pola dan masa tanam klasik yang dilakukan petani dengan memperhitungkan besaran dampaknya. Upaya yang dilakukan adalah mempercepat awal MK-1 di pesisir barat mulai April III dan dataran rendah pada Maret II-III. Sedangkan didaerah pesisir timur dan bagian utara karean puncak hujan nya sekitar bulan Juli, MK-2 dapat ditanami padi kalau pasokan airnya memadai. Selain pengaturan masa tanam, pemilihan komoditas juga perlu dilakukan. Antisipasi untuk penurunan produksi adalah mengganti tanaman padi terutama pada MK-1 dengan tanaman yang lebih toleran terhadap kekeringan, seperti jagung dan kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Boer, R. Notodipuro, K.A. and Las, I. 1999. Prediction of daily rainfall characteristic from monthly. climate indicate. Paper pesented at the second international conference on science and tehnploogy for the Assesment of Global Climate Change and Its impact on Indonesian Maritime Continent. 29 November-1 December 1999.
- De Boer, H.J. 1947. On Forecasting the Beginning and the End of the Dry Monsoon. In Java and Madura. Verhandelingen No 32. Batavia.
- Mukarami, M. 1992. Asian Monsoon. Universal Academic Press. 156p.
- Nieuwolt, S. Tropical Climatology : An Introduction to Climates of The Lowv Latitudes. John Wiley and Sons. New York. 197 p.
- Surmaini, E. dan Sugianto, 2000. *El-Nino* dan kesinambungan swasembada beras. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan. Cisarua-Bogor, 9-11 Februari. 1999 hlm 519-533. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Pawitan, H. 1998. Antisipasi bahaya banjir dan kekeringan serta upaya penanggulangannya. Makalah disajikan pada diskusi panel peragi. Jakarta 12 Agustus 1998.
- Puslittanak. 2000. Laporan Akhir: Pemutakhiran Zona Agroklimat dan Pewilayahan Curah Hujan.. Kerja sama Puslittanak dengan PAATP. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 52 hal.