

Anomali Iklim: Faktor Penyebab, Karakteristik, dan Antisipasinya

Gatot Irianto¹ dan Suciantini²

Ringkasan

Secara harafiah, anomali iklim adalah pergeseran musim dari rata-rata normalnya. Empat faktor dominan penyebab anomali iklim adalah SST NINO, arah angin, beda tekanan udara permukaan di Darwin dan Tahiti, serta *Indian Ocean Dipole*. Ada tiga pola hujan di Indonesia, yaitu pola monsun, pola ekuatorial, dan pola lokal. Wilayah dengan pola monsun paling terpengaruh anomali iklim dan sebagian besar sentra padi di Indonesia berada di wilayah ini. Dengan demikian, kejadian ini perlu diprediksi untuk menekan kerugian. Dalam antisipasi anomali iklim, diperlukan langkah-langkah strategis seperti: mengefektifkan informasi prakiraan iklim dan teknik menghadapinya, memanfaatkan peta wilayah rawan kekeringan, menganalisis pergeseran musim, menganalisis neraca air wilayah dan indeks kecukupan air dan saat tanam yang tepat, menampung air hujan untuk mengisi cadangan air tanah, membudidayakan komoditas berumur pendek dan tahan kekeringan, mempercepat tanam, memanfaatkan sistem gogorancah, pompanisasi di daerah-daerah dengan cadangan air tanah, memperbaiki efektivitas saluran irigasi dan embung/bendungan, meningkatkan daya dukung daerah hulu aliran sungai, memantau dan mengevaluasi daya tampung waduk, memanfaatkan mulsa *in-situ* untuk menekan evaporasi. Antisipasi lebih diperlukan untuk menghadapi El-Niño karena bencana yang ditimbulkannya lebih serius daripada La-Niña. Penurunan hujan akibat El-Niño dapat mencapai 80 mm/bulan; sementara peningkatan hujan akibat La-Niña tidak lebih dari 40 mm/bulan, itu pun dapat untuk perluasan areal tanam. Langkah-langkah operasional kelembagaan yang dapat dilakukan antara lain: (1) kebijakan pembagian tugas lintas instansi yang terkait dengan efektivitas organisasi, pendanaan, prioritas penanggulangan, perbaikan, dan pemilihan teknologi penanggulangan, (2) intensifikasi koordinasi dan meningkatkan kemampuan tim penanggulangan di beberapa propinsi yang rawan kekeringan, (3) penyebaran informasi prakiraan iklim dalam periode tertentu, dan (4) perluasan kawasan konservasi air di tiap kecamatan berkoordinasi dengan pemerintah kabupaten/kota.

¹ Direktur Pengelolaan Air, Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air/Ahli Peneliti Utama Bidang Agroklimat dan Hidrologi

² Peneliti Agroklimat, Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi

Terminologi Anomali Iklim

Anomali iklim dalam beberapa tahun terakhir banyak dibicarakan, akan tetapi tidak banyak orang memahami apa itu sebenarnya. Sayangnya sebagian besar pemangku kepentingan di sektor terkait seperti: pertanian, kehutanan, perikanan dan kelautan, kesehatan, perhubungan lebih tertarik pada dampak anomali iklim. Sementara itu publikasi dan interpretasi anomali iklim dari berbagai sumber sangat beragam, sehingga akan menyulitkan pengambilan keputusan untuk adaptasi dan minimalisasi risikonya. Teladan konkretnya adalah dampak anomali iklim terhadap terjadinya curah hujan ekstrim baik ekstrim tinggi (banjir) maupun ekstrim rendah (kekeringan). Informasi yang sangat global dan beragamnya dampak antarwilayah dan antarwaktu menyebabkan kerugian harus diterima oleh masyarakat yang akses terhadap informasi dan teknologinya terbatas.

Secara harafiah, anomali iklim adalah pergeseran musim dari rata-rata normalnya. Musim hujan di Indonesia untuk wilayah dengan pola monsunial biasanya terjadi antara bulan Oktober-Maret dan musim kemarau terjadi pada April-September. Pada saat anomali iklim, musim hujan ataupun kemarau bisa maju ataupun mundur dari biasanya. Musim di Indonesia didasarkan pada kondisi curah hujan yang tercatat. Ada tiga pola hujan di Indonesia, yaitu pola monsunial (seperti yang disebutkan di depan), dengan satu puncak hujan, pola ekuatorial (pola hujan dengan dua puncak hujan/bimodal), dan pola lokal (pola hujan yang berkebalikan dengan pola monsunial). Berkaitan dengan anomali iklim, wilayah dengan pola monsunial merupakan wilayah yang paling terpengaruh kejadian anomali iklim.

Anomali iklim terjadi karena beberapa sebab, namun yang banyak dibicarakan orang adalah karena terjadinya fenomena ENSO (*El-Niño Southern Oscillation*), yang dikaitkan dengan kondisi anomali suhu permukaan laut di zona NINO 3.4 (5°LU-5°LS, 170°BB-120°BB). Selain anomali suhu permukaan laut di zona NINO 3.4, faktor dominan lain adalah arah angin pasat, perbedaan tekanan antara Darwin dan Tahiti dan yang disebut-sebut belakangan banyak mempengaruhi kondisi iklim Indonesia adalah *Indian Ocean Dipole Mode* (IOD) yang mengaitkan suhu permukaan laut di Samudera Hindia dengan yang di Pasifik.

Umumnya kejadian anomali iklim menimbulkan kerugian pada sektor pertanian terutama tanaman pangan, sehingga kejadian ini penting untuk diketahui atau diprediksi sebelumnya, sehingga kerugian dapat ditekan. Karena kaitannya dengan ketersediaan air, kalau terjadi anomali iklim terutama yang menyebabkan kekeringan di Indonesia, maka tanaman pangan yang paling terpengaruh adalah tanaman-tanaman yang membutuhkan banyak air dalam satu daur hidupnya (seperti padi), sehingga ketika musim bergeser maju atau mundur dari yang dijadwalkan, tanaman akan mengalami kekeringan, panen menurun karena terjadi puso. Sebagian besar sentra padi

di Indonesia berada di wilayah dengan pola monsun, seperti wilayah Pantura Jawa, sehingga anomali iklim akan memberi dampak yang nyata.

Sebagai contoh, peristiwa anomali iklim tahun 1994 dan 1997 telah menyebabkan kekeringan pada areal sawah irigasi teknis yang ada di Jawa Barat. Selain menyebabkan penurunan produksi pertanian, kekeringan juga menyebabkan kebakaran hutan, seperti yang banyak terjadi di Sumatera dan Kalimantan. Kegagalan panen akibat penyimpangan iklim yang terjadi tersebut akhirnya berdampak pada meningkatnya jumlah masyarakat miskin di pedesaan.

Berkaitan dengan anomali/penyimpangan iklim yang belakangan ini semakin sering frekuensinya, ada beberapa pertanyaan yang sering timbul yang berkaitan dengan sektor pertanian di antaranya adalah: Bagaimana hubungan antara unsur iklim dengan faktor lain? Apakah keputusan yang diambil dalam penetapan masa tanam petani sudah memperhitungkan kemungkinan terjadinya penyimpangan iklim? Bagaimana kaitannya dengan ketersediaan air untuk masa pertanaman? Cukupkah atau perlu tambahan irigasi? Tanaman apa yang seharusnya ditanam dengan memperhitungkan kebutuhan air tanaman dengan ketersediaan air minimal? Sampai seberapa batas aman yang mungkin dapat dihitung atau seberapa besar kerugian yang mungkin timbul kalau kita memilih opsi-opsi yang diberikan? dan Bagaimana kita/petani mempersiapkan diri menghadapi kemungkinan yang terjadi serta sejauh mana hal itu dapat dikelola? Pertanyaan-pertanyaan tersebut mengharuskan kita mengantisipasi dan beradaptasi pada penyimpangan iklim yang mungkin terjadi untuk meminimalkan risiko kerugian. Pembuatan kalender tanam dengan memperhitungkan kemungkinan terjadinya penyimpangan iklim dapat merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah ini.

Faktor Dominan Penyebab Anomali Iklim

Indonesia terletak di antara dua benua (Asia dan Australia) dan dua samudera (Pasifik dan Hindia). Hal itu sangat mempengaruhi kondisi iklim Indonesia. Sistem cuaca dan iklim Indonesia dipengaruhi oleh kondisi lokal (seperti interaksi antarpulau), regional (seperti sistem monsoon) dan global (seperti El-Niño). Karena letaknya di antara dua samudera, maka terdapat interaksi yang kuat antara atmosfer dan lautan. Interaksi atmosfer-laut terjadi melalui inti-inti kondensasi awan yang diinjeksikan oleh percikan gelombang laut ke udara, dan melalui pelepasan panas laten kondensasi uap air ketika menjadi tetes-tetes awan (Tjasyono 2003). Interaksi antara atmosfer dengan lautan merupakan interaksi yang kompleks. Atmosfer dan laut keduanya beredar dalam tiga dimensi dan saling mempengaruhi satu dengan yang lain. Interaksi antara atmosfer dan lautan melibatkan hal-hal berikut yang terkait juga dengan terjadinya anomali iklim, seperti:

- Suhu lautan (di permukaan dan di pedalaman)
- Tinggi permukaan laut
- Sirkulasi dari lautan (arus dan upwelling)
- Suhu atmosfer (permukaan dan lapisan atas)
- Tekanan udara di atmosfer (lapisan atas dan lapisan bawah) dan
- Sirkulasi dari atmosfer (angin, sirkulasi Walter, dan Sirkulasi Hadley) (Partridge dan Ma'shum, 2003)

Berkaitan dengan interaksi antara atmosfer-lautan, paling tidak ada empat faktor penyebab dominan anomali iklim yang dampaknya sangat besar terhadap kinerja sektor pertanian: (1) anomali suhu muka laut nino 3.4, (2) arah angin, (3) beda tekanan uap air antara Darwin dan Tahiti, (4) Indian Ocean Dipole Mode (IOD). Intensitas, durasi dan frekuensi anomali iklim yang lebih dikenal dengan magnitude anomali iklim sangat dipengaruhi kapan dan seberapa besar dan banyak faktor dominan anomali iklim bekerja di wilayah tersebut. Besaran anomali iklim akan semakin besar apabila keempat faktor dominan bekerja secara simultan di wilayah yang sama pada musim hujan maupun kemarau.

Dampak langsungnya, curah hujan akan sangat tinggi (ekstrim maksimum) atau curah hujan sangat rendah (ekstrim minimum). Menariknya lagi, pengaruh faktor dominan penyebab anomali iklim terhadap suatu wilayah sangat berbeda, sehingga pemetaan pengaruhnya antarwilayah dan antarwaktu merupakan pilihan yang harus dilakukan dalam adaptasi dampak anomali iklim.

Keempat faktor dominan penyebab anomali iklim adalah sebagai berikut:

1. SST NINO

Peristiwa ini menggambarkan pemanasan suhu permukaan laut di daerah tropis di Samudera Pasifik Selatan, yang merupakan hasil interaksi yang kompleks dan tak beraturan antara lautan dan atmosfer. Mempunyai dampak yang cukup besar, terutama jika dikaitkan dengan terjadinya kekeringan di suatu wilayah dan banjir ataupun badai di wilayah lain. Di Indonesia, kejadian musim kemarau yang kering dan panjang dikaitkan dengan peristiwa El-Niño, dan sebaliknya pendinginan di tropis Pasifik yang mengakibatkan Indonesia mengalami banjir (curah hujan di atas rata-rata) disebut sebagai peristiwa La-Niña (Torrence & Webster, 1999).

2. Arah Angin

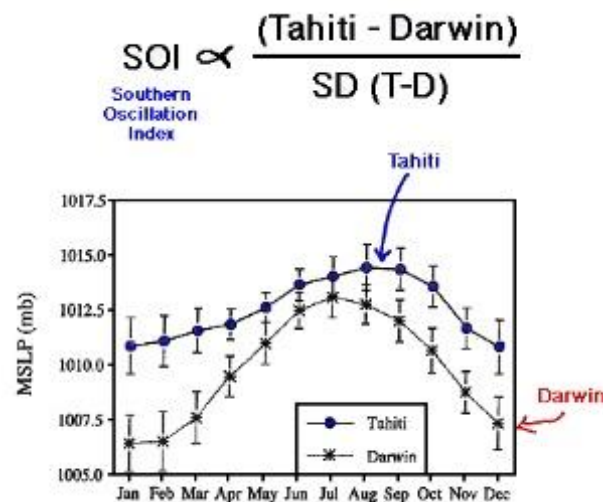
Peristiwa El-Niño terjadi saat angin pasat tenggara melemah yang menyebabkan arus laut akan bergerak dari Barat ke Timur sehingga kolam air hangat di Samudera Pasifik Barat akan bergerak ke arah Timur. Akibat pergerakan kolam air hangat ini akan menyebabkan pergerakan daerah konveksi awan

hujan. Sehingga daerah awan hujan akan bergerak ke bagian Timur. Sebaliknya pada saat terjadi La-Niña angin pasat tenggara berhembus sangat kuat di Pasifik dan membawa uap air yang banyak. Sebagian besar wilayah Indonesia mendapat curah hujan di atas rata-ratanya.

3. Beda tekanan antara Darwin dengan Tahiti

Perbedaan tekanan antara Darwin dan Tahiti merupakan salah satu indikator untuk mengetahui terjadinya El-Niño ataupun La-Niña. Perbedaan tekanan itu disebut sebagai Indeks Osilasi Selatan (*Southern Oscillation Index / SOI*). Secara lengkap dikatakan bahwa osilasi selatan merupakan suatu Hasil interaksi antara lautan dan atmosfer yang terjadi di wilayah Pasifik ekuator yang bekerja menyerupai timbangan tekanan udara antara wilayah Pasifik ekuator bagian timur dan wilayah Indonesia; yaitu ketika tekanan udara permukaan di salah satu wilayah tersebut tinggi secara tidak wajar biasanya akan diimbangi dengan tekanan udara permukaan yang rendah secara tidak wajar di wilayah satunya. Secara umum, Osilasi selatan dapat menyebabkan kekeringan di Indonesia, Australia, India dan beberapa bagian Afrika dan pada saat yang bersamaan menyebabkan banjir di Amerika Utara dan Selatan dan di Kepulauan Pasifik tengah.

Kuat-lemahnya Osilasi Selatan diukur dari selisih tekanan udara antara Darwin dengan Tahiti (Gambar 1). Jika SOI positif berarti tekanan udara di



Gambar 1. Perbedaan tekanan antara Tahiti dengan Darwin sebagai perhitungan indeks SOI
(<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/77d9810278d8243047762d9afac0ae3b,55a304092d09/192.html>)

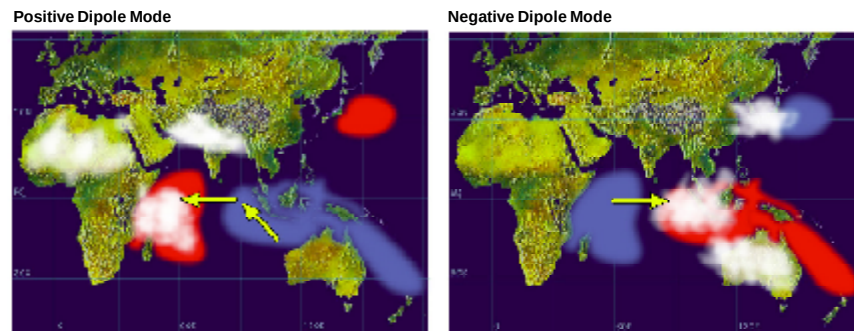
Tahiti lebih tinggi daripada di Darwin, sehingga angin pasat bertiup dari Timur ke Barat di Samudera Hindia dan ini merupakan fenomena yang biasa. Sedangkan jika SOI negatif, maka angin pasat tersebut melemah sehingga arus laut akan bergerak dari Barat ke Timur sehingga kolam air hangat di Samudera Pasifik Barat akan bergerak ke arah Timur dan fenomena inilah yang disebut sebagai El-Niño (Windupranata *et al.* 2001, Partridge & Ma'shum 2002)

Osilasi selatan juga merupakan hal yang sangat berperan sekali pada variabilitas musim pada skala antartahunan. Setiap tahun, sirkulasi tropis bergerak ke utara dan selatan hingga menimbulkan apa yang disebut sebagai musim kemarau, musim hujan serta periode transisi di antara kedua musim tersebut. Sebagian wilayah Indonesia dipengaruhi angin muson. Pada saat terjadi Muson Barat yang berlangsung antara Oktober-Maret, merupakan musim hujan dan musim kemarau terjadi antara April-September (Muson Timur).

4. IOD (*Indian Ocean Dipole*)

Indian Ocean Dipole (IOD) adalah fenomena kopel antara atmosfer dan lautan, yang menggambarkan angin pasat yang bertiup lebih kuat sehingga mengakibatkan pergerakan air laut yang dominan ke arah timur dan kolam air di Samudera Hindia Timur memiliki anomali suhu (lebih dingin) yang rendah, sementara di Samudera Hindia Barat (daerah sekitar lintang 5°-10°LS) memiliki anomali suhu yang tinggi (lebih panas). IOD memiliki nilai positif SST anomali untuk barat (50°BT-70°BT/10°LS-10°LU) dan negatif SST untuk timur (90°BT-110°BT / 10°LS-ekuator) (Saji 1999, Webster *et al.* 1999) (Gambar 2).

Gejala Dipole Mode dapat dideteksi bukan hanya melalui perubahan suhu permukaan lautnya saja, tetapi juga dapat dideteksi melalui perubahan tinggi muka air lautnya (Windupranata *et al.* 2001). Sampai saat ini, fenomena



Gambar 2. Kondisi yang ditunjukkan pada saat IOD positif (kiri) dan negatif (kanan). (sumber: Suryachandra)

Dipole Mode dianggap tidak saling berkorelasi dengan El-Niño ataupun La-Niña (Hameed *et al.* 2001). IOD dikatakan cukup besar pengaruhnya pada kondisi hujan di Indonesia.

Karakteristik Anomali Iklim dan Dampaknya

Hasil pemantauan fenomena anomali iklim selama ini menunjukkan bahwa Indonesia sangat dipengaruhi oleh fenomena La-Niña dan El-Niño. Berdasarkan hasil pengamatan 10 tahun terakhir intensitas kehadiran El-Niño akan bertambah besar dari 5 tahun satu kali menjadi 2-3 tahun satu kali. Sehingga dapat dibayangkan, apabila intensitasnya bertambah, maka dampaknya juga bertambah.

Frekuensi kejadian El-Niño diperkirakan akan meningkat dengan meningkatnya suhu global. Ratag (1998) menyatakan bahwa berdasarkan hasil simulasi model iklim global, frekuensi kejadian iklim ekstrim yang berkaitan dengan fenomena ENSO akan meningkat dari sekali dalam 3-7 tahun menjadi sekali dalam 2-5 tahun, apabila konsentrasi CO₂ di atmosfer dua kali lipat dari konsentrasi CO₂ saat ini. Apabila ditingkatkan konsentrasinya menjadi 3 kali konsentrasi Sekarang, frekuensi kejadian akan meningkat 2 sampai 3 kali lipat. Maka kejadian iklim ekstrim akan meningkat pula.

Berdasarkan hasil analisis pola anomali OLR (*Outgoing Longwave Radiation*) yang berkaitan dengan tingkat penutupan awan dan hasil analisis medan angin untuk mengetahui evolusi El-Niño 1997-98 di Pasifik dan dampaknya terhadap pola pembentukan awan di Indonesia (Hadi *et al.* 2003), diketahui bahwa dampak El-Niño di Indonesia terutama untuk daerah Jawa bagian Barat dan Sumatera Bagian Selatan, mulai efektif ketika perubahan di Pasifik memasuki fase perkembangan dan transisi. Dampak El-Niño yang utama adalah memperparah atau memperpanjang musim kering, sedangkan dampak La-Niña adalah memperbanyak pertumbuhan awan di musim hujan. Namun demikian, El-Niño dalam skala kecil mempunyai pengaruh yang tidak signifikan terhadap kekeringan di Indonesia. Oleh karena itu, apabila dilihat dari intensitasnya ada istilah El-Niño kuat, sedang dan lemah, demikian pula dengan La-Niña. Penggolongan intensitas tersebut muncul berdasarkan nilai anomali suhu muka laut di zona NINO 3.4. Apabila anomali SST berkisar antara 0,5-1,5 dikatakan bersifat lemah (intensitas lemah), 1,5-2,5 dikatakan bersifat sedang dan >2,5 dikatakan bersifat kuat. Maka kalau suhu permukaan laut di Samudera Pasifik mendingin (yang mengisyaratkan El-Niño lemah), peluang pembentukan awan hujan di Indonesia rendah. Menurut Mihardja (2000, dalam Windupranata *et al.* 2001), untuk peristiwa El-Niño yang lemah mempunyai periode ulang 2-3 tahunan, sedangkan El-Niño yang kuat mempunyai periode ulang 8-11 tahun.

Boer (1999), menyatakan bahwa berdasarkan pengalaman kejadian kekeringan dari tahun 1960, ditemukan bahwa kejadian kekeringan tidak selalu bersamaan dengan kejadian El-Niño. Sebagai contoh tahun 1961 hampir sekitar 75% wilayah mengalami penurunan curah hujan (CH di bawah normal) tetapi tahun tersebut tidak tercatat sebagai tahun El-Niño. Tabel yang disajikan berikut menjelaskan bahwa selain El-Niño, perubahan anomali suhu muka laut di Samudera Hindia (IOD) juga memegang peranan yang cukup penting terhadap terjadinya kekeringan di Indonesia.

Pada kejadian tahun 1997, El-Niño dan Indian Ocean Dipole positif yang datang secara bersamaan menyebabkan musim kering yang berkepanjangan di Indonesia (wilayah Monsunal) (ENSO/IODM Tabel 1). El-Niño dengan intensitas sedang mulai dirasakan pada bulan April 1997, ketika kolom panas ekuator Pasifik Barat berpindah dari barat menuju Pasifik Timur. Hal ini menyebabkan Indonesia mendapat suplai massa air yang relatif lebih dingin yang mengalir dari Samudera Pasifik bagian barat. Pembentukan massa air dingin di sepanjang pantai selatan Pulau Jawa dan Sumatera semakin intensif pada saat Indian Ocean Dipole dengan fase positif, (ditandai dengan dominasi anomali negatif Suhu Permukaan Laut (SPL) di Samudera Hindia bagian timur), mulai terbentuk dan semakin menguat pengaruhnya hingga mencapai puncaknya Oktober 1997.

Berlawanan dengan penjelasan di atas, menurut Yamagata *et al.* (2001) pengaruh dari ENSO dengan IOD tidak selalu simultan. Yamagata menemukan bahwa IOD dapat mempunyai pengaruh yang berlawanan dengan ENSO. IOD bahkan dapat mengurangi pengaruh dari ENSO pada kejadian monsoon panas Indian.

Anomali iklim mempunyai sifat yang agak sulit diprediksi karena variabilitasnya tinggi sehingga hanya dapat diprediksi berdasarkan trend, terutama dari kondisi curah hujan menyangkut total, intensitas dan polanya. Anomali iklim di Indonesia selalu dikaitkan dengan curah hujan, karena curah

Tabel 1. Tahun kering dan kaitannya dengan ENSO & IODM.

Tahun	Pengaruh	Tahun	Pengaruh
1957	ENSO/IODM-	1982	ENSO/IODM+
1961	IODM+	1987	ENSO
1963	ENSO/IODM+	1991	ENSO
1965	ENSO	1994	ENSO
1967	ENSO	1997	ENSO/IODM+
1969	ENSO	2002	ENSO/IODM-
1972	ENSO/IODM+	2003	IODM+
1977	ENSO	2004	ENSO/IODM-

Sumber: Amien, komunikasi pribadi (2006)

hujan mempunyai pengaruh yang sangat besar, yaitu dengan terjadinya peningkatan dan penurunan curah hujan pada tahun-tahun tertentu dibanding dengan kondisi normal atau rata-rata. Berbagai kalangan menetapkan kriteria anomali iklim yang berbeda, antara lain seperti: (1) 85-115% dari rata-rata hujan jangka panjang, (2) 70-130% dari rata-rata hujan jangka panjang, dan (3) 50-150% dari rata-rata hujan jangka panjang. Kisaran pertama merupakan kisaran hujan normal yang digunakan BMG, sedangkan nilai kisaran ke-dua dan ke-tiga mewakili kondisi penyimpangan iklim yang jauh dan sangat jauh dari normal.

Tidak semua daerah di Indonesia dipengaruhi El-Niño. Wilayah yang sangat terpengaruh El-Niño adalah wilayah yang memiliki pola monsun. Di wilayah ini, musim kemarau dan transisi ke musim hujan sangat dipengaruhi oleh ENSO/ El-Niño (Kishore *et al.* 2000). Menurut Boer (1999b) berdasarkan data pengamatan El-Niño tahun 1982, 1991, 1994 dan 1997 menunjukkan bahwa dampak El-Niño bervariasi dari satu daerah ke daerah lain. Tahun 1982, daerah yang sangat terpengaruh adalah Pulau Jawa dan Sulawesi, sementara tahun 1991 dan 1994 ialah Jawa dan tahun 1997 Jawa dan Sumatera.

Surmaini dan Irianto (2003) menyontohkan wilayah yang terpengaruh El-Niño, yaitu Propinsi Lampung. Kejadian El-Niño sangat nyata terhadap penurunan curah hujan tahunan di Propinsi Lampung. Penurunan curah hujan tersebut berbeda berdasarkan ketinggian, paling rendah di daerah pesisir pantai (30%), meningkat di dataran rendah (40%) dan paling besar di daerah pegunungan (50%). El-Niño dengan intensitas kuat mengakibatkan peningkatan periode musim kemarau yang cukup signifikan. Sedangkan dalam kaitannya dengan awal musim, dampak El-Niño berbeda-beda bergantung pada posisi daerah. Awal musim kemarau di daerah bagian utara dan ujung selatan maju 1-5 dasarian dan awal musim hujan mundur 1-5 dasarian. Sedangkan awal musim kemarau di daerah bagian tengah dan timur normal dan awal musim hujan mundur 1-5 dasarian (Tabel 2). Awal musim kemarau terjadi pada Mei II-III, sedangkan awal musim hujan mundur antara Oktober-Desember.

Hal yang sama terjadi pada studi kasus di Kabupaten Indramayu. Evaluasi yang dilakukan pada setiap stasiun di Indramayu menunjukkan bahwa Kabupaten Indramayu sangat dipengaruhi oleh fenomena El-Niño (Suciantini *et al.* 2004). Dari pengamatan maju atau mundurnya awal musim di setiap stasiun (Tabel 3 dan 4), terlihat bahwa pada tahun-tahun El-Niño, awal musim hujan umumnya mundur satu hingga tiga dasarian, sedangkan pada tahun-tahun La-Niña mengalami percepatan satu hingga tiga dasarian jika dibandingkan dengan rata-ratanya. Meskipun demikian ada juga stasiun yang tidak mengikuti gejala umumnya, yaitu tetap atau menunjukkan kondisi sebaliknya. Tetapi hal itu hanya terjadi pada sebagian kecil stasiun saja.

Kondisi sebaliknya terjadi untuk awal musim kemarau, umumnya setiap stasiun mencatat awal musim kemarau terjadi lebih cepat satu hingga tiga

Tabel 2. Curah hujan dan pergeseran musim hujan dan kemarau pada tahun-tahun El-Niño di Propinsi Lampung.

Wilayah	El-Niño	Musim Kemarau		Musim Hujan	
		Awal	Intensitas	Awal	Intensitas
Krui	Kuat	maju 1 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	BN
	Sedang	maju 1 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	N
	Lemah	maju 1 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	N
Purajaya	Kuat	maju 4 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	JBN
	Sedang	maju 5 dasarian	JBN	normal	BN
	Lemah	maju 2dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	BN
Gisting	Kuat	mundur 1 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	JBN
	Sedang	normal	JBN	mundur 5 dasarian	N
	Lemah	normal	JBN	mundur 5 dasarian	N
Bukit Kemuning	Kuat	maju 1 dasarian	JBN	normal	BN
	Sedang	normal	JBN	normal	N
	Lemah	maju 1 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	N
Jepara	Kuat	normal	JBN	mundur 5 dasarian	JBN
	Sedang	normal	JBN	mundur 5 dasarian	N
	Lemah	normal	JBN	normal	N
Penengahan	Kuat	normal	JBN	mundur 5 dasarian	N
	Sedang	normal	N	mundur 5 dasarian	N
	Lemah	normal	JBN	normal	AN
Mesuji	Kuat	maju 3 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	N
	Sedang	maju 2 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	N
	Lemah	maju 2 dasarian	JBN	mundur 5 dasarian	N

Sumber: Surmaini & Irianto (2003)

dasarian pada tahun-tahun El-Niño, dan sebaliknya pada tahun-tahun La-Niña lebih lambat satu hingga empat dasarian. Tabel 4 menjelaskan sensitivitas wilayah Indramayu terhadap adanya pengaruh El-Niño maupun La-Niña. Pergeseran awal musim, baik kemarau maupun hujan menegaskan bahwa pada umumnya hampir setiap wilayah di Indramayu dipengaruhi pola musonal yang sangat kuat.

Pengaruh anomali iklim baik yang terjadi karena ENSO maupun IOD, berpengaruh terhadap curah hujan secara signifikan, terutama pada kondisi kejadian dengan intensitas kuat. Tabel 5 menyajikan kaitan antara anomali iklim dengan distribusi curah hujan pada musim hujan dan musim kemarau.

Naylor *et al.* (2001) menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang jelas antara pola El-Niño dengan kondisi curah hujan di Pulau Jawa terutama pada musim hujan. Perubahan anomali suhu muka laut di Nino 3.4 tahun ke tahun mempunyai korelasi yang sangat tinggi dengan perubahan curah hujan tahun ke tahun pada bulan September-Desember, ketika padi ditanam. Selama kejadian El-Niño, curah hujan September-Desember dapat menurun menjadi sekitar 500 mm dibandingkan rata-ratanya sekitar 625 mm.

Tabel 3. Awal musim kemarau (AMK), awal musim hujan (AMH) dan curah hujan (CH) pada tahun-tahun El-Niño dan La-Niña pada setiap stasiun dibandingkan dengan rata-ratanya di Kab. Indramayu (Suciantini *et al.* 2004).

Stasiun	Wilayah DPM	Rata-rata			El-Niño			La-Niña		
		AMK	AMH	CH-tahunan (mm)	AMK	AMH	CH-tahunan (mm)	AMK	AMH	CH-tahunan (mm)
Anjatan	6	12	1	1.401	12	3	1.227	13	35	1.725
Bangkir	6	17	1	1.907	18	3	1.823	16	36	2.347
Bantarhuni	7	15	35	1.866	14	36	1.815	15	33	2.100
Bondan	7	15	36	1.709	15	1	1.588	18	34	2.022
Bugel	6	10	3	1.108	12	3	879	11	3	1.253
Bugis	6	14	2	1.468	13	2	1.250	13	35	1.648
Bulak	6	12	2	1.322	11	2	1.129	15	3	1.514
Cidempet	6	14	1	1.641	13	2	1.343	17	36	1.892
Cikédung	6	15	36	1.609	14	3	1.310	17	35	2.020
Cipancuh	7	16	35	1.906	13	35	1.879	17	34	2.176
Gabus Wetan	6	13	1	1.365	13	2	1.224	14	1	1.651
Gantar	7	15	33	1.753	13	32	1.672	16	33	2.075
Indramayu	6	15	35	1.762	14	1	1.441	14	33	2.262
Jatibarang	7	14	35	1.525	11	36	1.344	15	33	1.731
Juntinyuat	6	17	1	1.520	16	2	1.236	15	35	2.107
Karang Asem	6	13	1	1.286	11	3	1.150	15	36	1.517
Kedokan Bunder	6	14	1	1.449	14	4	1.284	17	35	2.070
Kertasemaya	7	16	2	1.655	16	4	1.431	19	1	1.893
Krangkeng	6	16	1	1.464	15	3	1.240	17	34	2.008
Losarang	6	14	1	1.520	14	1	1.248	15	34	1.786
Lohbener	6	16	1	1.550	15	3	1.337	19	33	1.775
Sudi Mampir	6	15	1	1.378	14	3	1.158	13	36	1.699
Sudi Kampiran	7	14	1	1.410	14	3	1.152	18	33	1.811
Sukadana	7	16	1	1.558	15	3	1.636	16	36	1.676
Sumurwatu	7	17	36	1.630	15	3	1.373	18	34	2.147
Tugu	6	17	35	1.570	17	35	1.364	18	32	1.814
Ujungaris	6	14	36	1.505	14	3	1.290	16	34	1.637
Rata-rata		15	1	1.550	14	2	1.364	16	35	1.865

AMK = Awal Musim Kemarau (dasarian); AMH = Awal Musim Hujan (dasarian)

Tabel 4. Pergeseran awal musim kemarau (AMK) dan awal musim hujan (AMH) pada tahun-tahun El-Niño dan La-Niña pada setiap stasiun dibandingkan dengan rata-ratanya di Kabupaten Indramayu.

Stasiun	El-Niño		La-Niña	
	AMK	AMH	AMK	AMH
Anjatan	0	(+)2	(+)1	(-)2
Bangkir	(+)1	(+)2	(-)1	(-)1
Bantarhuni	(-)1	(+)1	0	(-)2
Bondan	0	(+)1	(+)3	(-)2
Bugel	(+)2	0	(+)1	0
Bugis	(-)1	0	(-)1	(-)2
Bulak	(-)1	0	(+)3	(+)1
Cidempet	(-)1	(+)1	(+)3	(-)1
Cikedung	(+)1	(+)3	(+)2	(-)1
Cipancuh	(-)3	0	(+)1	(-)1
Gabuswetan	0	(+)1	(+)1	0
Gantar	(-)2	(-)1	(+)1	0
Indramayu	(-)1	(+)2	(-)1	(-)2
Jatibarang	(-)3	(+)1	(+)1	(-)2
Juntinyuat	(-)1	(+)1	(-)2	(-)2
Karangasem	(-)2	(+)2	(+)2	(-)1
Kedokanbunder	0	(+)3	(+)3	(-)2
Krangkeng	(-)1	(+)2	(+)1	(-)3
Kertasemaya	0	(+)2	(+)3	(-)1
Losarang	0	0	(+)1	(-)2
Rentang	(-)1	(+)2	(+)3	(-)3
Sudikampiran	0	(+)2	(+)4	(-)3
Sudimampir	(-)1	(+)2	(-)2	(-)1
Sukadana	(-)1	(+)2	0	(-)1
Sumurwatu	(-)2	(+)3	(+)1	(-)2
Tugu	0	0	(+)1	(-)3
Ujungaris	0	(+)3	(+)2	(-)2

tanda (-) menunjukkan maju, tanda (+) menunjukkan mundur, dari rata-ratanya
Sumber: Suciantini *et al.* (2004)

Pola produksi padi pada tahun-tahun El-Niño dan La-Niña sepenuhnya konsisten dengan variable curah hujan di Jawa. Selama periode 1971-1998, hujan pada bulan September-Desember berkorelasi positif dengan total curah hujan tahunan di Jawa. Bagaimanapun, curah hujan pada bulan Januari-Agustus berkorelasi secara negatif dengan total curah hujan tahunan. Pada tahun-tahun El-Niño, baik curah hujan September-Desember maupun curah hujan tahunan sama-sama rendah. Curah hujan selama Januari-Agustus lebih tinggi dibanding normalnya, tetapi tidak cukup besar untuk penanaman padi pada September-Desember (Naylor *et al.* 2002), dengan kata lain, penanaman

Tabel 5. Anomali iklim dan distribusi CH pada masing-masing musim tanam.

Sifat iklim	MK I mm (%)	MK II mm (%)	MH mm (%)	Tahunan mm (%)
Normal	589 (23/100)	630 (24/100)	1377 (53/100)	2596 (100/100)
La-Niña	723 (24/123)	958 (32/152)	1345 (44/98)	3006 (100/116)
El-Niño	465 (22/79)	359 (17/57)	1317 (62/96)	2124 (100/82)

(Sumber: Las 2006)

padi terpengaruh dengan anomali iklim. Berbeda dengan pada penanaman padi, pengaruh anomali iklim pada penanaman jagung boleh dikatakan hampir tidak signifikan (Naylor *et al.* 2002) dengan tetap memperhatikan waktu tanam. Hal itu dapat dijelaskan dari kebutuhan air tanaman. Padi membutuhkan 600-1200 mm air selama masa pertumbuhan tanaman (90-120 hari). Sedangkan jagung hanya membutuhkan 300-400 mm air selama periode tumbuhnya (90-125 hari).

Dalam kaitannya dengan produksi padi di Pulau Jawa, kondisi curah hujan berpengaruh terhadap waktu dan luas areal tanam maupun luas panen. Produksi beras di Indonesia, sangat dipengaruhi oleh pola hujan monsoon, yang mempunyai kaitan sangat erat dengan *performance* pada musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan Normal dari Oktober hingga Maret, musim kemarau mulai April hingga September. Anomali hujan pada tahun 1997-1998 menyebabkan penurunan areal panen padi sekitar 380.000 ha (3,4% di bawah musim hujan sebelumnya). Petani menanam jagung di areal dimana padi tidak dapat ditanam, sehingga menambah areal jagung menjadi 266.000 ha lebih banyak kondisi normalnya (peningkatannya 8% daripada musim hujan sebelumnya) (Kishore *et al.* 2000). Pada El-Niño tahun 1997, kerugian sektor pertanian diperkirakan mencapai 797 miliar rupiah (Boer 1999).

Dampak anomali iklim terhadap produksi dan luas areal tanam diperlihatkan pada Tabel 6 dan 7. Sedangkan Tabel 8-11 memperlihatkan fluktuasi luas areal tanam dan yang mengalami puso akibat banjir dan kekeringan.

Dampak anomali iklim tidak saja dirasakan pada pertanian tanaman pangan saja. Terjadinya kebakaran hutan merupakan salah satu dampak anomali iklim (El-Niño) dalam sektor kehutanan. Tercatat kebakaran hutan dan lahan yang besar pada tahun 1982/1983, 1987, 1990, 1994 dan 1997/1998. Kerugian yang dialami akibat kebakaran tersebut sangat besar, yaitu sekitar 3,6 juta hektar hutan tropika basah rusak pada tahun 1982/1983 dan sekitar 10 juta hektar pada tahun 1997/1998 (Haeruman 2004).

Pada sektor perkebunan, dampak terjadinya kekeringan yang diakibatkan fenomena El-Niño adalah melesetnya perkiraan produksi perkebunan antara 10-65%. Penurunan produksi akibat kekeringan yang diderita oleh pertanaman lada, teh, kopi, cengkeh, kakao, karet dan tebu bisa mencapai 10-65%. Pada tanaman kelapa dan kelapa sawit baru terlihat jelas pada tahun berikutnya, berupa penurunan produksi hingga 40% (Subagyo 2005).

Terjadinya anomali iklim lebih banyak memberikan dampak negatif terhadap sektor pertanian, tidak demikian halnya pada sektor perikanan. Fenomena alam ini memicu melimpahnya ikan tuna yang memiliki nilai ekonomis

Tabel 6. Dampak anomali iklim terhadap produksi pangan 1968-2000.

Kondisi iklim	Komoditas pangan						
	Padi sawah	Padi gogo	Jagung	Ubi kayu	Kacang tanah	Ubi jalar	Kedelai
Perubahan areal panen (%)							
El-Niño	-2,57	-3,03	-11,25	-0,25	-3,68	-4,83	-5,06
La-Niña	-0,61	3,03	10,35	-2,12	4,06	3,71	-0,34
Perubahan produktivitas (%)							
El-Niño	-0,37	0,33	-0,07	-0,51	-0,89	-0,44	-0,99
La-Niña	-1,26	-0,31	1,06	-0,39	0,08	1,82	-2,27

Tahun El-Niño: 1972, 1977, 1982, 1987, 1991, 1994, 1997

Tahun La-Niña: 1971, 1973, 1975, 1988, 1998

Sumber: Las (2006)

Tabel 7. Realisasi luas areal tanam padi di Jawa pada tahun El-Niño, La-Niña, dan normal.

Tahun	September	Oktober	November	Kumulatif
El-Niño				
1997	68	81	338	487 (33,7%)
1994	67	83	510	660 (45,7%)
1982	65	55	232	352 (24,4%)
La-Niña				
1998	233	523	1065	1821 (126,0%)
1996	98	458	1070	1626 (112,5%)
1992	114	558	1050	1722 (119,2%)
Normal	135	440	870	1445 (100%)

Sumber: Las (2006).

Tabel 8. Luas banjir (terkena) pada tanaman padi (ha) tahun 2001-2006 (Sumber: Purwani 2006).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2001	17813	61773	9062	4272	190	3313	242	2208	1	19358	11099	64083
2002	63270	109828	9032	8403	19164	73	1458	116	148	125	2818	5145
2003	73771	34688	4993	6797	4694	320	134	80	4798	1070	13447	118389
2004	68858	128033	33539	3053	10463	3163	70	2261	915	709	8176	52006
2005	134333	15050	18241	24297	838	474	282	0	1614	2489	13943	33937
Rata-rata 2001-06	71609	69874,4	14973,4	9364,4	7069,8	1468,6	437,2	933	1495,2	4750,2	9896,6	54712
2006	127282	56651	11431	10227	2045	16623	-	-	-	-	-	-

Tabel 9. Luas banjir (puso) pada tanaman padi (ha) tahun 2001-2006 (Sumber: Purwani 2006).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2001	2368	4839	1202	1553	4	851	87	1198	0	7571	3371	9721
2002	10344	36015	2762	3533	8997	0	100	23	70	43	329	1243
2003	20397	6796	1096	1863	762	70	132	80	0	178	1311	34153
2004	20256	23631	12691	486	6681	632	3	290	48	69	999	18803
2005	49400	2401	11993	5712	256	59	160	0	491	709	1790	7414
Rata-rata 2001-06	20553	14736,4	5948,8	2629,4	3340	322,4	96,4	318,2	121,8	1714	1560	14266,8
2006	38982	23522	5018	5809	872	16083	-	-	-	-	-	-

Tabel 10. Luas kekeringan (terkena) pada tanaman padi (ha) tahun 2001-2006 (Sumber: Purwani 2006).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2001	25818	5308	5838	60	8931	2397	26352	31712	4594	5611	282	34588
2002	16957	6831	4850	11062	21456	70166	65848	55003	39294	41013	6700	9332
2003	50713	3463	3117	29408	22505	170809	144727	116118	20457	5923	419	960
2004	6745	15362	739	6880	22420	42461	5884	24937	23667	8350	5773	705
2005	40880	80154	15099	965	34671	42458	3504	14879	5695	11467	33495	393
Rata-rata 2001-06	28222.6	22223.6	5928.6	9675	21996.6	65658.2	49263	48529.8	18741.4	14452.8	9333.8	9195.6
2006	2349	25343	0	190	213	0	-	-	-	-	-	-

Tabel 11. Luas kekeringan (puso) pada tanaman padi (ha) tahun 2001-2006 (Sumber: Purwani 2006).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2001	3226	39	1307	27	215	112	1311	3245	858	324	35	1735
2002	675	11	662	457	1244	9133	7250	5300	4724	1866	366	2
2003	307	1804	127	1692	7838	17607	45266	36583	5052	679	51	0
2004	308	12960	428	451	2457	801	138	656	2649	783	4601	152
2005	616	27094	3120	87	2060	7009	968	1073	297	1380	1125	0
Rata-rata 2001-06	1026.4	8381.6	1128.8	542.8	2762.8	6932.4	10987	9371.4	2716	1006.4	1235.6	377.8
2006	48	356	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-

tinggi di perairan Indonesia. Dwi Susanto, peneliti BPPT menjelaskan pada Kompas bahwa saat La-Niña suhu perairan atau muka laut di barat Samudera Pasifik hingga Indonesia menghangat, maka ikan tuna dari Pasifik timur yang dingin bergerak masuk ke Indonesia hingga ke perairan utara Maluku. Perairan barat Pasifik selama ini diketahui merupakan kawasan ikan tuna tertinggi, mencapai 70% stok ikan tuna dunia. Sebaliknya ketika terjadi El-Niño, ikan tuna di Pasifik bergerak ke timur. Namun yang berada di Samudera Hindia masuk ke selatan Indonesia. Hal itu karena perairan di timur samudera ini mendingin sedangkan yang berada di barat Sumatera dan selatan Jawa menghangat.

Antisipasi

Penyimpangan iklim yang terjadi memberikan dampak terhadap penurunan produksi terutama produksi padi sebagai makanan pokok. Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, maka kemampuan mengantisipasi kejadian iklim tersebut perlu ditingkatkan dan diperlukan kerja sama antara berbagai instansi dan pakar.

Berkaitan dengan antisipasi iklim, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah merealisasikan suatu kelompok kerja (POKJA) antisipasi iklim yang berfungsi sebagai media untuk menghimpun bahan masukan bagi pengambilan kebijakan dan media komunikasi antarpemangku kebijakan dan praktisi yang berhubungan dengan iklim. Pada *moment-moment* tertentu membahas mengenai prediksi musim serta rekomendasi untuk kegiatan pertanian. Berbicara mengenai penyimpangan iklim, tidak dapat dilepaskan dari prediksi atau *forecast* yang dilakukan para ahli. Dengan prediksi yang akurat akan dapat diketahui pergeseran musim yang terjadi. Keberhasilan *forecast* yang diimbangi dengan pengaturan teknis antisipasi yang tepat tentu akan mengurangi atau meminimalkan risiko kerugian.

Dalam antisipasi penyimpangan iklim yang terjadi diperlukan langkah-langkah strategis sebagai berikut (Balitklimat 2006):

1. mengefektifkan informasi prakiraan iklim yang dilakukan oleh beberapa lembaga internasional dan nasional sebagai langkah awal menentukan kemungkinan terjadinya kekeringan ataupun sebaliknya dan pilihan teknologi yang akan diterapkan.
2. memanfaatkan peta wilayah rawan kekeringan sebagai informasi awal dalam memantau kekeringan dalam kondisi iklim normal. Artinya wilayah rawan kekeringan yang didelineasi pada peta tersebut akan menjadi daerah yang pertama kali terkena kekeringan dan harus diprioritaskan penanggulangannya ketika intensitas dan besaran (*magnitude*) fenomena El-Niño bertambah kuat.

3. melakukan analisis pergeseran musim yang ditetapkan maju atau mundur satu atau lebih dasarian dari normalnya. Hal ini penting dilakukan untuk memberikan kepastian masa tanam yang tepat dari suatu rangkaian hari hujan yang jatuh pada suatu daerah pengamatan.
4. memanfaatkan analisis neraca air wilayah dan analisis indeks kecukupan air (ETR/ETM) untuk mengetahui periode defisit dan surplus air dan saat tanam yang tepat pada kondisi iklim normal. Dengan demikian dapat diketahui masing-masing bulan yang sangat berpotensi mengalami air, terutama jika peluang kejadian hujan semakin kecil akibat El-Niño. Demikian pula dengan pergeseran tanggal tanamnya.
5. melakukan penampungan air hujan di saluran/sungai mati, dam, reservoir maupun embung untuk mengisi cadangan air tanah (*water recharging*) dan meningkatkan stok air pada saat terjadi El-Niño. Atau sering disebut dengan teknologi panen hujan dan aliran permukaan.
6. melakukan budi daya komoditas pangan berumur pendek dan tahan terhadap kekeringan yang mengkonsumsi air terbatas, percepatan tanam untuk memanfaatkan sisa air pada MK I, dan pergiliran tanaman padi ke palawija.
7. optimalisasi pemanfaatan air melalui sistem gogorancah, menumbuhkan gulma (dikenteng) untuk memutuskan siklus hama, sekaligus mengubah posfit menjadi pospat telah dilakukan oleh petani di Jawa Tengah dan Jawa Timur.
8. melakukan upaya-upaya penanggulangan potensi kekeringan melalui pengembangan pompanisasi pada daerah-daerah yang masih memiliki cadangan air tanah permukaan dan dalam.
9. memperbaiki saluran-saluran irigasi dan embung/bendungan agar efektivitas penggunaannya meningkat, terutama dalam menekan kehilangan air selama air ditampung di bendungan atau pada saat air dialirkan ke lahan petani.
10. meningkatkan daya dukung DAS (daerah aliran sungai) di hulu guna menerima, menyimpan selama mungkin, dan menyalurkan air hujan ke daerah hilir, melalui penghutanan kembali lahan-lahan gundul,
11. memonitor dan mengevaluasi daya tampung waduk, terutama yang berkaitan dengan proses sedimentasi dan lain-lain.
12. memanfaatkan teknologi mulsa insitu dalam menekan kehilangan air akibat tinggi yang dapat memicu terjadinya evaporasi.
13. pompanisasi dengan memanfaatkan air tanah, air permukaan, air bendung.
14. Memberikan bantuan penanggulangan seperti: benih, pompa air, traktor, dll.

Antisipasi banyak dipersiapkan untuk menghadapi pergeseran musim akibat El-Niño, mengingat bencana yang ditimbulkan akibat bencana El-Niño lebih serius La-Niña (Boer 1999b). Hal itu ditunjukkan dengan data hujan musim kemarau selama 100 tahun, penurunan hujan dari normal akibat

kejadian El-Niño dapat mencapai 80 mm per bulan, sedangkan peningkatan hujan dari normal akibat terjadi La-Niña tidak lebih dari 40 mm/bulan. Bahkan meningkatnya hujan akibat La-Niña dapat berdampak positif dengan dimanfaatkan kelebihan air untuk peningkatan luas areal tanam.

Faktor-faktor yang telah disebutkan adalah anitisipasi dengan menggunakan teknologi, di samping itu sebenarnya diperlukan pula pendekatan dari sisi kelembagaan. Beberapa langkah operasional pendekatan kelembagaan yang dapat dilakukan antara lain (Balitklimat 2006):

1. menyusun kebijakan lintas instansi tentang pembagian tugas penanggulangan kekeringan baik yang terkait dengan efektivitas organisasi penanggulangan bencana, pendanaan (dialokasikan oleh pemerintah Kabupaten/kota dan pusat), prioritas penanggulangan, perbaikan sarana (saluran irigasi, pompanisasi, bendungan, dll), dan pemilihan teknologi penanggulangan bencana kekeringan.
2. mengintensifkan koordinasi dan meningkatkan kemampuan Tim penanggulangan kekeringan yang telah dibentuk di beberapa propinsi (Pokja Iklim, Tim Iklim) yang rawan terhadap kekeringan
3. menyebarkan informasi/sosialisasi prakiraan iklim yang terkait dengan penurunan jumlah curah hujan pada periode tertentu melalui Tim penanggulangan bencana dari tingkat pusat sampai kecamatan di propinsi yang rawan terhadap kekeringan. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan media elektronik (radio, dsb).
4. melakukan perluasan areal dan menetapkan kawasan konservasi air yang dikonsentrasikan di masing-masing kecamatan berkoordinasi dengan pemerintah kabupaten/kota.

Pustaka

- Amien, I. 2006. Pendekatan dalam Evaluasi Dampak Anomali dan Perubahan Iklim pada Pertanian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Disampaikan pada pelatihan Capable Juli 2006. BIOTROP. Bogor.
- Balitklimat. 2006. Bahan Rapim bulan Juni. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Boer, R. 1999. Peranan Informasi Iklim dan Cuaca untuk Perdagangan Komoditas Pertanian. Laboratorium Klimatologi, Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA IPB, Bogor. Disampaikan pada Indofutop Derivates Training , 12-16 Juli 1999.
- Boer, R. 1999b. Perubahan Iklim, El-Niño dan La-Niña. Laboratorium Klimatologi, Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA IPB, Bogor. Disampaikan pada Pelatihan Dosen-Dosen Perguruan Tinggi Negeri

Indonesia Bagian Barat Bidang Agroklimatologi, BIOTROP, Bogor, 1-12 Februari 1999.

Hadi, T.W, Z.L. Dupe, and A. Lubis. 2003. Evolusi El-Niño/La-Niña di Pasifik dan dampaknya di Indonesia. Prosiding Temu Ilmiah Prediksi Cuaca dan Iklim Nasional 2002. LAPAN, Bandung.

Haeruman, H. 2004. Penyesuaian Pembangunan Kehutanan Indonesia terhadap Dampak Perubahan Iklim Global . Makalah disampaikan dalam Lokakarya Adaptasi terhadap Perubahan Iklim Global dalam Pembangunan Kehutanan Berkelanjutan. Poltrop IPB, 29-30 April 2004. Bogor.

Hameed, S.N., B.N. Goswami, P. Vinayachandran, and T. Yamagata. 2001. The Dipole Mode Event: Indian Ocean's Coupled Instability Phenomenon, Climate Variation Research Programme. <http://w3.frontier.esto.or.jp/d1/contents/paper/sap1.html>

Kishore, K, A.R. Subbiah, T. Sribimawati, S. Diharto, S. Alimoeso, P. Rogers, and A. Setiana. 2000. Indonesia Country Study. Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) with sponsored by UNEP/NCAR/WMO/ UNU/ISDR and Office of Foreign Disaster and NOAA. Pathumthani, Thailand.

Las, I. 2006. Strategi dan Teknologi Antisipasi dan Penanggulangan Bencana Iklim (kejadian iklim ekstrim). Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Disampaikan pada pelatihan Capable Juli 2006. BIOTROP. Bogor.

Naylor, R.L., W.P. Falcon, D. Rochberg, N. Wada. 2001. Using El-Niño/ Southern Oscillation Climate Data to Predict Rice Production in Indonesia. *Climatic Change* 50: 255-265.

Naylor, R.L., W.P. Falcon, N. Wada, D. Rochberg. 2002. Using El-Niño/ Southern Oscillation Climate Data to Improve Food Policy Planning in Indonesia. *Bulletin of Indonesian Economic Studies* 38(1): 75-91.

Partridge, I.J. dan M. Mansur. 2002. Kapan Hujan Turun? Dampak Osilasi Selatan dan El-Niño di Indonesia. The State of Queensland, Department of Primary Industries. Publishing Services, DPI, Brisbane.

Purwani, E.T. 2006. Pemanfaatan Informasi Prakiraan Musim BMG dalam Pengamanan Produksi di Sektor Pertanian. Direktorat Perlindungan Tanaman, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. Disampaikan pada pelatihan Capable Juli 2006. BIOTROP. Bogor.

Ratag, M.A., S. Asiati, A. Nuryanto, B. Siswanto, and Suyadhi. 1998. Greenhouse gases, climate change and El-Niño. In *Economic Assessment of Greenhouse Gas Abatement Options*. ALGAS-FINAL National Workshop.

- Saji, N.H., B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, and T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401: 360-363.
- Subagyo. 2005. Dirjen Bina Produksi Perkebunan: Pemilik kebun harus tetap waspada terhadap kekeringan 2005. *Harian Ekonomi Medan Bisnis*. Bandung.
- Suciantini, R. Boer dan R. Hidayat. 2004. Evaluasi Prakiraan Sifat Hujan dan Penyusunan Model Prediksi Musim; Studi Kasus Kabupaten Indramayu. Sebagian dari Thesis. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Surmaini & G. Irianto, G. 2003. Karakterisasi Dampak El-Nino terhadap Curah Hujan dan Pergeseran Musim di Lampung. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Suryachandra, A. Rao. Indian Ocean Dipole (IOD) HOME PAGE (sumber: <http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d1/iod/>)
- Tjasyono, B. 2003. Apakah Arlindo berperan dalam sistem iklim di Indonesia? Prosiding Temu Ilmiah Prediksi Cuaca dan Iklim Nasional 2002. LAPAN, Bandung.
- Torrence, C. & P.J. Webster. 1999. Interdecadal changes in the ENSO-Monsoon System, American Meteorological Society, *Journal of Climate* 12: 2679-2690.
- Webster, P.J., A. Moore, Loschnigg, and M. Leban. 1999. Coupled ocean-atmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997-98. *Nature* 401: 356-360.
- Windupranata, W., D.K. Mihadja, M.S. Fitrianto, dan F. Stevanus. 2001. Analisis tinggi muka air laut di Samudera Hindia, perairan Indonesia, dan Samudera Pasifik serta kaitannya dengan fenomena El-Nino and La-Nina. *Jurnal Surveying dan Geodesi* 11(1).
- Yamagata, T., A. Karumuri, and G. Zhaoyong. 2001. Indian Ocean Dipole Phenomenon's Impact on Correlation between Indian Monsoon and El-Niño/Southern Oscillation. NASDA and JAMSTEC. <http://www.jamstec.go.jp/>.