

Indikator Iklim Global dan Pengaruhnya Terhadap Kejadian Iklim Ekstrim di Indonesia

Global Climate Indices and Its Effect on Extreme Climate Events in Indonesia

E. SURMAINI DAN E. SUSANTI¹

ABSTRAK

Banyak fakta menunjukkan bahwa terjadinya fenomena *El-Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Dipole Mode* berdampak besar terhadap kondisi hujan di beberapa wilayah di Indonesia. Namun besaran dampaknya terhadap hujan di berbagai wilayah Indonesia sangat beragam, sehingga perlu diteliti indikator yang paling berpengaruh dan besaran pengaruhnya. Berdasarkan nilai korelasi yang paling tinggi, indikator tersebut kemudian dapat digunakan untuk memprakirakan hujan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan menentukan indikator iklim global yang paling berpengaruh terhadap curah hujan, pergeseran musim, dan kejadian banjir dan kekeringan di Indonesia. Untuk melakukan kajian tersebut dilakukan beberapa tahapan analisis sebagai berikut : 1) analisis regresi antara curah hujan dengan beberapa indikator iklim global dengan *time lag* dua bulan sebelumnya (anomali suhu muka laut (*Sea Surface Temperature*/SST) di zone Nino 3.4, DMI, SOI, interaksi SST dengan DMI, dan interaksi SOI dengan DMI) untuk menentukan indikator yang paling tinggi korelasinya dengan hujan di Indonesia, 2) plot antara anomali curah hujan dengan indikator iklim global untuk menentukan besarnya perubahan curah hujan dengan perubahan indikator iklim global tersebut, 3) Analisis peluang terlampaui untuk menentukan awal masuknya musim hujan dan lama musim hujan pada kondisi iklim ekstrim, dan 4) Analisis dampak kejadian iklim ekstrim terhadap kejadian banjir dan kekeringan di Indonesia. Hasil kajian menunjukkan bahwa suhu muka laut di Nino 3.4 paling berpengaruh terhadap hujan di Indonesia, dan pengaruhnya hanya signifikan terhadap hujan pada musim transisi (Agustus-November). Hubungan SST dengan hujan menunjukkan korelasi negatif yang artinya peningkatan anomali SST akan menyebabkan penurunan curah hujan periode Agustus-November. Hasil analisis peluang menunjukkan jika anomali SST pada bulan September turun sampai di bawah $-0,5^{\circ}\text{C}$ (*La-Niña*) awal musim hujan akan maju dan lama musim hujan lebih panjang, sebaliknya jika anomali SST naik sampai di atas $0,5^{\circ}\text{C}$ (*El-Niño*) awal musim hujan akan mundur dan lama musim hujan lebih pendek. Dampak *El-Niño* terhadap kerusakan lahan sawah di Indonesia karena kekeringan sangat luas, sebaliknya kerusakan lahan sawah pada kondisi *La-Niña* tidak sebesar akibat kekeringan dan tidak signifikan dibanding kondisi normal.

Kata kunci : ENSO, DMI, SOI, SST, Awal musim hujan, Kejadian iklim ekstrim

ABSTRACT

Many facts show that *El-Niño Southern Oscillation* (ENSO) phenomenon and *Dipole Mode* are closely related to rainfall event in Indonesia, but the magnitude of its impact varies with site. Therefore, it is needed to determine the most significant global climate indices that has closely related to Indonesian's rainfall.

The significant indices are able to be used in predicting rainfall in Indonesia. The objective of the present study is to determine global climate indicators that have the significant effect to rainfall, climate/season anomaly, the occurrence flood and drought in Indonesia. The study has been done through the following steps ; 1) regression analysis of rainfall with global climate indices of *Sea Surface Temperature Anomaly*/SST in Nino 3.4 zone, Dipole mode Index (DMI), Southern Oscillation Index (SOI), interaction of SST with DMI, and interaction of SOI with DMI, 2) Plotting of rainfall anomaly and global climate indices for determining rainfall deviates with deviant of global climate forcing indices, 3) analysis of probability of exceedence for determining onset and length of wet season on climate extreme event, and 4) analysis impact of climate extreme event on flood and drought occurrences and damage areas of ricefield. The result showed that the closest relationship between global climate forcing indices and rainfall in Indonesia is SST in Nino 3.4 zone and only have significant relationship to rainfall in transisional season (August-November). Negative correlation between SST and rainfall indicates that the increase of SST anomaly causes the decrease of rainfall on August-November period. Probability of exceedance analysis showed that if the SST on September decrease below -0.5 -0.5°C (indicate *La-Niña* event), the wet season will start earlier with longer period. In contrast, if SST increases above 0.5°C (indicate *El-Niño* event) the wet season will delay with shorter period. Impact of drought on damage of ricefield is more significant than the flood occurrence.

Keywords : ENSO, DMI, SOI, SST, Rainfall, Onset of wet season, Climate extreme events.

PENDAHULUAN

Di Indonesia hujan merupakan unsur iklim yang sangat beragam baik menurut waktu maupun tempat. Keragaman hujan di Indonesia secara umum dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya ialah fenomena ENSO di Samudera Pasifik, aktivitas monsoon, golakan lokal dan siklon tropis. Berdasarkan data historis, fenomena ENSO (*El-Niño Southern Oscillation*) sangat erat kaitannya dengan kejadian iklim ekstrim. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa hujan di wilayah Indonesia berkorelasi signifikan terhadap kejadian ENSO

1. Peneliti pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.

(Haylock and McBride, 2001; Hendon, 2003; Aldrian dan Susanto, 2003, Chang *et al.*, 2004; Boer and Faqih, 2004; Batisti *et al.*, 2006).

Selain itu interaksi lautan-atmosfer di Samudera Atlantik yang dikenal dengan *Indian Ocean Dipole* (IOD) juga berpengaruh terhadap kejadian kekeringan di Indonesia (Saji, 2000; Boer dan Faqih, 2004). Selanjutnya dinyatakan bahwa IOD mempunyai sifat yang independen terhadap *El-Niño* (Saji *et al.*, 1999; Rao *et al.*, 2002, Rao; 2002). Kejadian IOD positif yang terjadi bersamaan dengan *El-Niño* seperti pada tahun 1997 memperkuat pengaruh *El-Niño* di wilayah Indonesia, sebaliknya apabila IOD negatif yang bersamaan dengan *El-Niño* akan mengurangi dampak *El-Niño*.

Banyak hasil studi menunjukkan bahwa terjadinya fenomena ENSO berdampak besar terhadap kondisi iklim dunia. Di Amerika Selatan bagian utara seperti Caracas menjadi panas dan kering sementara yang bagian tengah dan selatan menjadi lebih basah tetapi agak panas dari normal. Wilayah Equador dan Peru bagian utara pada bulan November-April berpotensi mengalami hujan yang sangat tinggi. wilayah Asia dan Indonesia umumnya mengalami musim kering yang lebih panjang dari normal pada saat terjadinya *El-Niño*, dan di sebagian kecil wilayah seperti Madras-India suhu di musim hujan menjadi agak panas dari normal, sementara di sebagian wilayah Jepang curah hujan meningkat dari Normal. Besarnya penurunan atau kenaikan hujan akibat berlangsungnya fenomena ENSO beragam antar wilayah.

Berbagai indikator tersebut dapat diunduh dari berbagai situs di internet baik nilai aktual maupun prediksinya, sehingga dapat dijadikan sebagai indikator dalam prediksi hujan di Indonesia. Namun kekuatan sinyal indikator terhadap hujan di Indonesia sangat beragam, sehingga perlu ditentukan indikator yang paling tinggi korelasinya agar dalam penggunaannya untuk memprediksi hujan mempunyai akurasi yang tinggi. Penentuan besaran dampaknya terhadap pergeseran musim, lamanya musim dan sifat hujan sangat penting untuk perencanaan tanam

dalam rangka antisipasi kejadian iklim ekstrim untuk meminimalkan risiko kegagalan tanam dan panen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indikator iklim global yang paling berpengaruh terhadap curah hujan di Indonesia, dampaknya terhadap pergeseran musim dan hubungannya dengan kejadian banjir dan kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan

Data curah hujan bulanan dan dasarian dari 94 stasiun hujan yang mewakili berbagai wilayah di Indonesia periode 1980-2005, diakses dari database Balai Penelitian Agroklimate dan Hidrologi. Data indikator iklim global dengan periode yang sama yang terdiri atas data anomali SST di Nino 3.4 (sumber: www.cpc.noaa.gov), data DMI (sumber: www.jamstec.go.jp), dan SOI (sumber: www.longpaddock.qld.gov.au). Sedangkan data luas kerusakan pertanaman padi pada lahan sawah akibat banjir dan kekeringan diperoleh dari Direktorat Perlindungan Tanaman, Departemen Pertanian.

Metodologi

Data hujan bulanan dikelompokkan berdasarkan periode musim hujan/MH (periode Desember-Maret/DJFM), musim kemarau I (periode April-Juli/AMJJ), dan musim kemarau II (periode Agustus-November/ASON). Periode hujan ASON (Kemarau II) juga merupakan periode transisi antara musim kemarau dan musim hujan.

Tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Analisis regresi antara curah hujan dengan anomali SST Nino 3.4, DMI, SOI, interaksi ASST dengan DMI, dan interaksi SOI dengan DMI, untuk menentukan indikator iklim global yang berpengaruh signifikan terhadap hujan di Indonesia.

2. Plot antara anomali curah hujan dengan indikator iklim global yang terpilih untuk menentukan besarnya perubahan curah hujan dengan perubahan indikator iklim global tersebut.
3. Analisis peluang awal musim hujan dan lama musim hujan berdasarkan skenario indikator iklim yang terpilih untuk menentukan awal musim hujan dan lama musim hujan pada kondisi iklim ekstrim.
4. Analisis dampak kejadian iklim ekstrim terhadap kejadian banjir dan kekeringan serta luas kerusakan tanaman padi pada lahan sawah di Indonesia.

Untuk menentukan indikator iklim global yang paling berpengaruh terhadap curah hujan di Indonesia dilakukan analisis regresi antara curah hujan musiman periode DJFM, AMJJ dan ASON dengan anomali SST, SOI, dan DMI dua bulan sebelumnya masing-masing September-Oktober, Januari-Februari, dan Mei-Juni. Keeratan hubungan antara curah hujan dengan indikator iklim global dilihat berdasarkan nilai koefisien keragaman (R^2) dan nilai peluangnya. Nilai R^2 dikelompokkan atas empat yaitu : 0-25%, 25-50%, 50-75%, dan 75-100%, dan koefisien keragaman dinyatakan signifikan apabila nilai $p < 0,05$.

Plot antara anomali curah hujan dengan indikator iklim global yang terpilih bertujuan untuk mengetahui *slope* persamaan secara statistik besar. Apabila nilai *slope* lebih besar dari 0, artinya anomali hujan bulanan di wilayah tersebut berkorelasi nyata dengan anomali suhu muka laut. Berdasarkan nilai *slope* dan *plot* tersebut diketahui besarnya perubahan curah hujan dengan peningkatan/penurunan indikator iklim global yang terpilih.

Untuk menentukan awal masuknya dan lama musim hujan pada daerah yang koefisien keragamannya nyata dari hasil regresi sebelumnya digunakan teknik *Probability Forecasting System*. Analisis distribusi peluang menggunakan metode Weibull sebagai berikut :

$$p = \frac{m}{n+1}$$

dimana :

p = peluang

m = nomor data setelah diurutkan dari kecil ke besar

n = jumlah data

Penentuan awal musim hujan menggunakan data dasarian, dengan kriteria awal musim hujan mulai terjadi apabila selama 2 dasarian berturut-turut jumlah curah hujan sama dan lebih besar dari 50 mm. Selanjutnya berdasarkan distribusi peluang kemudian ditentukan skenario kejadian iklim ekstrim. Apabila hanya SST yang berpengaruh terhadap curah hujan maka pengelompokkan skenario iklim berdasarkan nilai anomali SST sebagai berikut : a) Normal : nilai anomali SST -1 sampai +1°C, b) *El-Niño* : nilai anomali SST > +1°C, c) *La-Niña* : nilai anomali SST < -1°C

Dampak kejadian iklim ekstrim dianalisis secara deskriptif dengan melihat luas pertanaman padi pada lahan sawah di Indonesia pada tahun-tahun kejadian iklim ekstrim (*El-Niño* dan *La-Niña*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indikator iklim global yang berpengaruh terhadap hujan di Indonesia

Hasil analisis regresi antara curah hujan musiman DJFM, AMJJ, dan ASON pada 94 stasiun hujan yang tersebar diseluruh Indonesia dengan indikator iklim global: Anomali SST, SOI, DMI, interaksi antara ASST*DMI dan SOI*DMI dua bulan sebelumnya, menunjukkan bahwa nilai peluang yang signifikan hanya terdapat pada korelasi antara curah hujan dengan anomali SST periode musim transisi ASON (Tabel 1). Sebagian besar wilayah yang curah hujannya berkorelasi tinggi terdapat di wilayah Sumatera bagian selatan, Jawa, dan Sulawesi bagian selatan yang merupakan lumbung padi nasional (Gambar 1).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa hanya curah hujan periode Agustus-November yang mempunyai korelasi yang nyata dengan curah hujan periode anomali SST dua bulan sebelumnya pada sebagian besar wilayah Indonesia. Selain itu,

Tabel 1. Persentase nilai peluang ($p < 0,05$) regresi curah hujan dengan beberapa indikator iklim global*Table 1. Percentage of regression probability value ($p < 0.05$) between rainfall and global climate indices*

Bulan	CH vs SST	CH vs SOI	CH vs DMI	CH vs SST*DMI	CH vs SOI*DMI
	 %				
DJFM	4,25	2,13	3,19	7,47	8,51
AMJJ	2,13	11,70	6,38	2,13	4,25
ASON	55,31	2,13	4,25	2,13	4,25

indikator SST bulan Mei-Juni dapat digunakan untuk memprediksi hujan padan periode musim transisi (Agustus-November). Bagi Indonesia, hal ini menguntungkan karena informasi prakiraan yang andal pada musim transisi sangat penting khususnya bagi sektor pertanian, karena dapat mengindikasikan apakah awal musim hujan akan mundur atau maju. Informasi tersebut diperlukan untuk menentukan kapan musim tanam dapat dimulai.

Persentase tertinggi stasiun yang mempunyai korelasi signifikan antara curah hujan dengan SOI dan DMI adalah pada periode AMJJ dengan nilai berturut-turut 11,70% dan 6,38%. Sedangkan pada periode DJFM dan AMJJ persentasinya sangat kecil. Korelasi yang signifikan antara curah hujan dengan SOI terdapat pada wilayah pantura Jawa dan Lombok, sedangkan dengan DMI terdapat pada daerah Lampung, Riau, dan pantura Jawa Barat. Artinya pada daerah yang bersangkutan indikator SOI atau DMI bulan Januari-Februari cukup baik digunakan untuk memprediksi hujan pada musim kemarau. Selanjutnya dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa interaksi antara SST dan SOI dengan DMI tertinggi terjadi pada periode musim hujan, namun hanya pada sebagian kecil wilayah (7-8%).

Pengaruh SST terhadap curah hujan

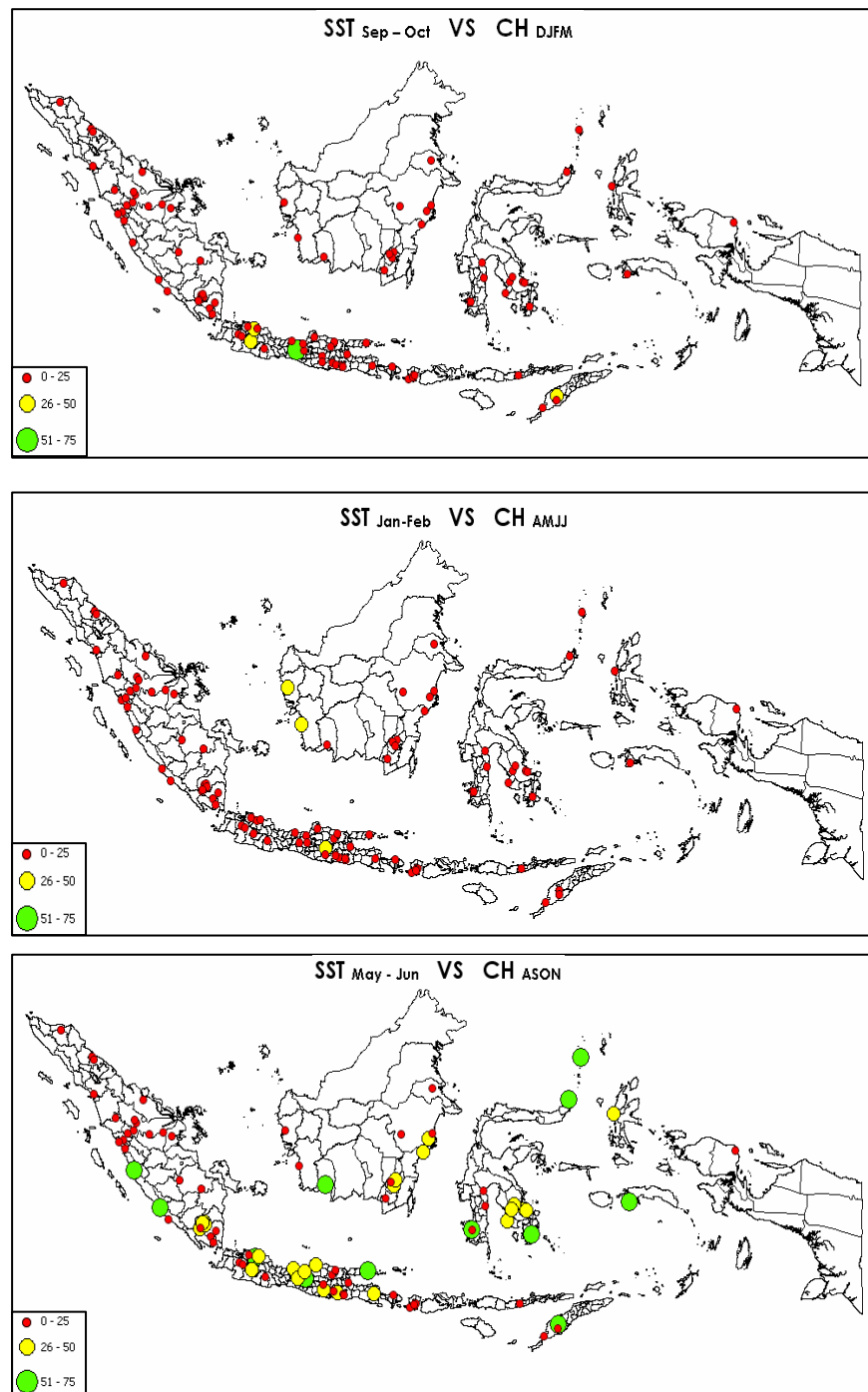
Berdasarkan hasil korelasi tersebut maka prakiraan curah hujan dengan menggunakan indikator iklim anomali SST Nino 3.4 mempunyai akurasi yang tinggi pada periode musim transisi (Agustus-November). Hasil ini sejalan dengan hasil studi Giannini (2006) yang menunjukkan bahwa di

Indonesia tingkat kemampuan ramalan tinggi untuk musim transisi, sedangkan untuk musim hujan rendah (Gambar 2).

Hasil plot data anomali suhu muka laut di Nino 3.4 bulan Mei-Juni dengan data anomali hujan bulan Agustus-November pada daerah dengan nilai koefisien keragaman $> 25\%$ mempunyai nilai *slope* persamaan secara statistik lebih besar dari nilai 0, artinya anomali hujan bulanan di wilayah tersebut berkorelasi nyata dengan anomali suhu muka laut. Semakin besar nilai anomali suhu muka laut (semakin positif atau terjadi *El-Niño*), data anomali hujan semakin negatif. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa apabila data anomali suhu muka laut bulan Mei-Juni sebesar $+1^{\circ}\text{C}$, maka data anomali hujan bulan Agustus-November di Ternate sekitar -250 mm. Artinya anomali suhu muka laut di Nino 3.4 pada bulan Mei-Juni naik sampai sekitar $+1^{\circ}\text{C}$, maka curah hujan periode Agustus-November diperkirakan akan turun 250 mm di bawah normal. Jumlah penurunan hujan yang sama juga terjadi di Sukamandi (Jawa Barat), Ngablak (Jawa Tengah), Pattimura (Maluku), Batutangga (Kalimantan Selatan).

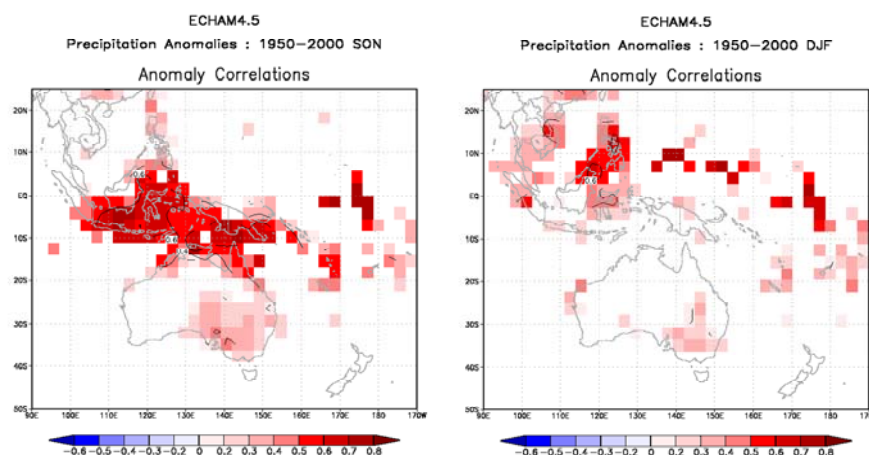
Dampak kejadian iklim ekstrim terhadap awal musim hujan

Hasil analisis sebelumnya menunjukkan hubungan yang nyata antara suhu muka laut di Nino 3.4 dengan curah hujan pada periode musim transisi (Agustus-November), maka indikator tersebut dapat digunakan memprakirakan awal masuknya musim hujan dan lama musim hujan. Selanjutnya disusun peluang terlampaui tingkat hujan tertentu pada



Gambar 1. Nilai R^2 hasil analisis regresi antara suhu muka laut lag 2 dengan curah hujan

Figure 1. R -square value of regression analysis between sea surface temperature and rainfall



Warna menunjukkan nilai korelasi antara nilai hujan hasil ramalan dengan hujan hasil observasi

Gambar 2. Tingkat keandalan ramalan (*predictability*) hujan musim transisi dan musim hujan (Giannini, 2006)

Figure 2. The predictability level of rainfall in transitional season and rainy season (Giannini, 2006)

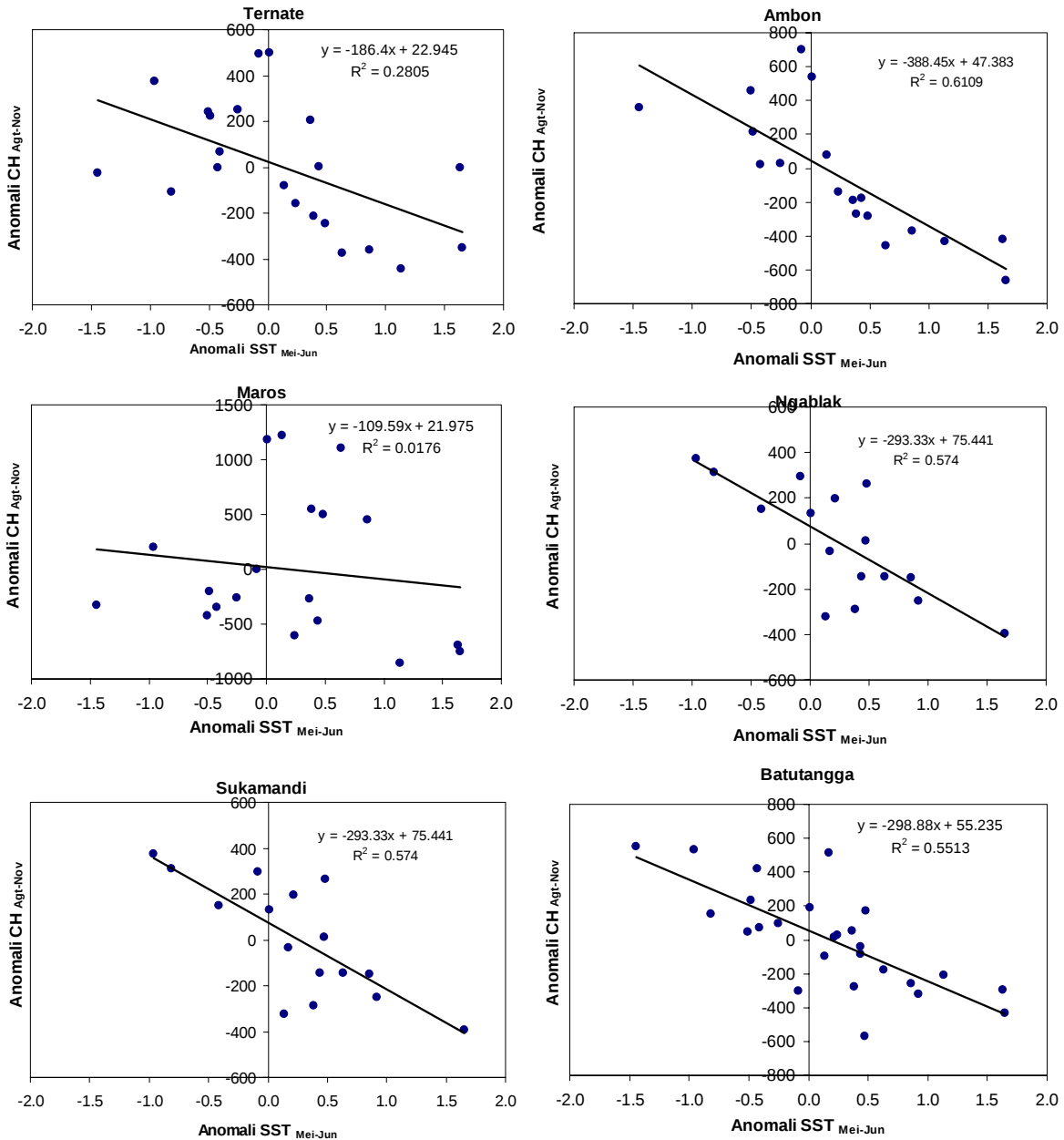
skenario *El-Niño*, *La-Niña*, dan Normal. Apabila terlihat perbedaan yang jelas antara grafik peluang pada kondisi *El-Niño* (anomali SST $> 0,5^{\circ}\text{C}$), *La-Niña* (anomali SST $< -0,5^{\circ}\text{C}$) dan normal (anomali SST antara $-0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$), berarti wilayah tersebut peka terhadap fenomena ENSO. Sebagai contoh, hasil analisis peluang menunjukkan jika anomali SST pada bulan September normal, maka awal musim hujan di Pusakanegara pada peluang 60% dimulai pada hari ke-315 (November dasarian 2). Jika anomali SST turun sampai di bawah $-0,5^{\circ}\text{C}$ awal musim hujan akan maju sekitar 10 hari dan lama musim hujan diperkirakan akan lebih panjang 20 hari, sebaliknya jika anomali SST naik sampai di atas $0,5^{\circ}\text{C}$ awal musim hujan akan mundur 10 hari dan lama musim hujan akan lebih pendek 20 hari (Gambar 4).

Kasus lain di daerah Intangan menunjukkan pergeseran awal musim juga terjadi, pada kondisi normal awal musim hujan pada hari ke-294 (Oktober dasarian III), jika diprediksi akan terjadi *El-Niño* maka diperkirakan awal musim hujan akan mundur 10 hari dan jika *La-Niña* awal musim hujan diperkirakan akan maju 10 hari. Lama musim hujan pada kondisi normal adalah 19 dasarian, jika terjadi *La-Niña* maka diperkirakan musim hujan akan lebih panjang 4

dasarian dan jika terjadi *El-Niño* musim hujan akan lebih pendek 3 dasarian.

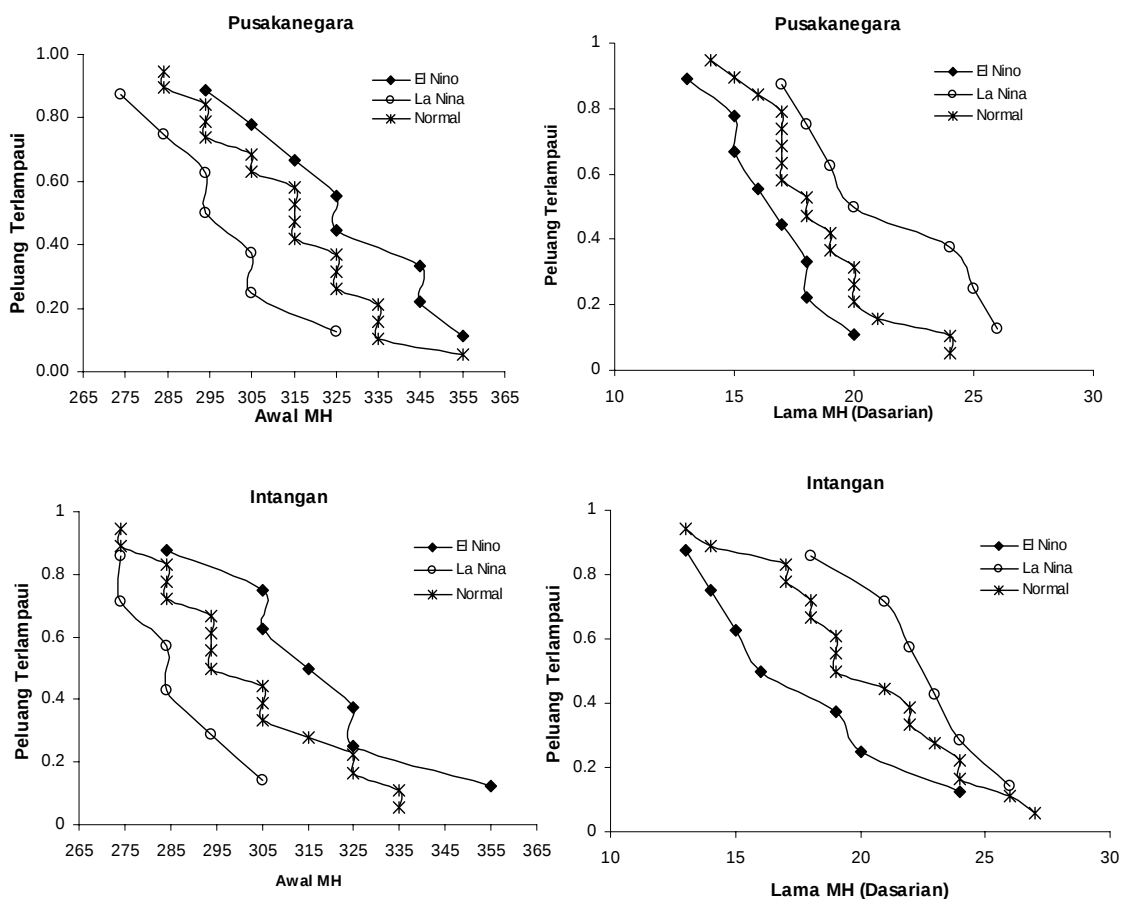
Dampak kejadian iklim ekstrim terhadap luas gagal panen pada lahan sawah akibat banjir dan kekeringan

Dampak *El-Niño* terhadap kerusakan lahan sawah di Indonesia karena kekeringan sangat luas, sebaliknya kerusakan lahan sawah pada kondisi *La-Niña* tidak sebesar akibat kekeringan dan tidak signifikan dibanding kondisi normal. Kejadian kekeringan di Indonesia periode 1991-2006 yang berasosiasi dengan kejadian *El-Niño* terlihat jelas pada tahun *El-Niño* 1991, 1994, 1997, dan 2002. Kejadian *El-Niño* pada tahun-tahun tersebut menyebabkan kerusakan pertanaman padi akibat kekeringan yang cukup luas. Namun sebaliknya kejadian *La-Niña* tidak menyebabkan peningkatan yang signifikan kerusakan pertanaman padi pada lahan sawah akibat banjir. Seperti kerusakan pertanaman padi pada lahan sawah akibat banjir pada tahun 1998/1999 tidak lebih tinggi daripada tahun normal. Tingginya kerusakan pertanaman padi akibat banjir pada tahun normal disebabkan oleh tingginya hujan yang dipicu oleh faktor selain SST (Gambar 5).



Gambar 3. Hubungan anomali curah hujan bulan Agustus-November dengan anomali suhu muka laut di Nino 3.4 bulan Mei-Juni pada beberapa wilayah di Indonesia

Figure 3. Relationship between August-November rainfall anomaly and May-June sea surface temperature anomaly in Nino 3.4 of some areas in Indonesia



Gambar 4. Hubungan antara peluang masuknya awal musim hujan dan lama musim hujan pada kondisi iklim ekstrim dan normal

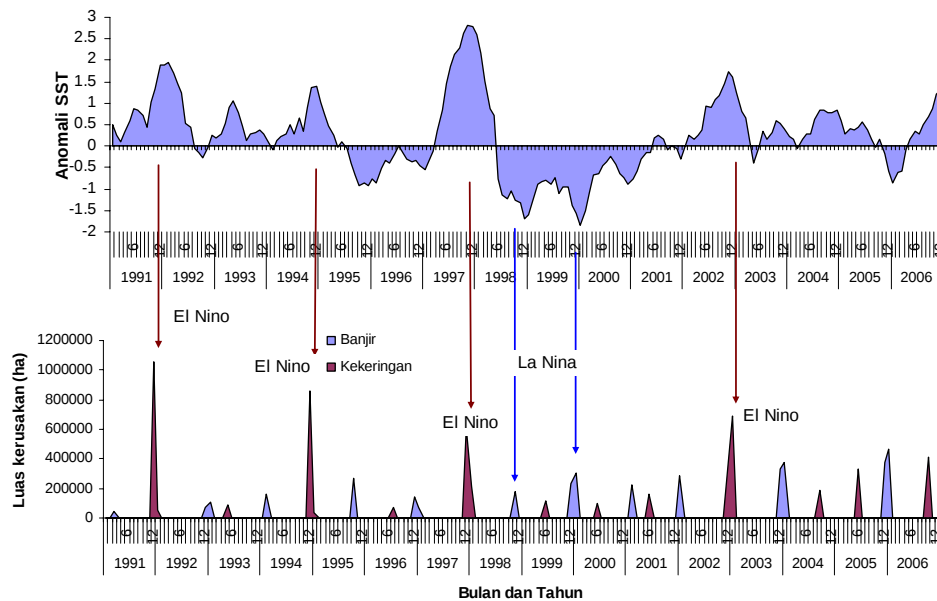
Figure 4. Relationship between probability of exceedence of onset and period of rainy season on extreme and normal climate condition

KESIMPULAN

1. Indikator iklim global yang paling berpengaruh terhadap hujan di Indonesia adalah suhu muka laut di zone Nino 3.4, dan pengaruhnya hanya signifikan pada musim transisi bulan Agustus-November, sehingga SST bulan Mei-Juni dapat digunakan untuk memprediksi hujan pada periode musim transisi (Agustus-November). Hal ini menguntungkan karena informasi prakiraan yang andal pada periode tersebut sangat penting untuk menentukan awal musim tanam. Pengaruh SST ini signifikan pada wilayah Sumatera bagian selatan, Jawa, dan Sulawesi bagian selatan yang merupakan lumbung padi nasional. Sedangkan dengan DMI hanya berpengaruh

terhadap curah hujan musim kemarau disebagian kecil wilayah Indonesia seperti Lampung, Riau dan pantura Jawa Barat.

2. Hubungan SST dengan hujan menunjukkan korelasi negatif. Kenaikan anomali suhu muka laut bulan Mei-Juni sebesar $+1^{\circ}\text{C}$, menyebabkan penurunan curah hujan. Selain itu jika anomali SST pada bulan September turun sampai di bawah $-0,5^{\circ}\text{C}$ (*La-Niña*) awal musim hujan akan maju dan lama musim hujan lebih panjang, sebaliknya jika anomali SST naik sampai di atas $0,5^{\circ}\text{C}$ (*El-Niño*) awal musim hujan akan mundur dan lama musim hujan lebih pendek. Penurunan curah hujan dan pergeseran musim yang cukup tajam pada kondisi *El-Niño* akan terjadi ada



Gambar 5. Kerusakan pertanaman padi pada lahan sawah akibat kekeringan dan banjir yang berasosiasi dengan ENSO di Indonesia

Figure 5. Damaged area of ricefield due to drought and flood occurrence associated with ENSO events in Indonesia

daerah di Sumatera bagian selatan, Jawa, dan Sulawesi bagian selatan

3. Dampak *El-Niño* terhadap kerusakan pertanaman padi di Indonesia karena kekeringan lebih luas dibandingkan karena banjir. Kerusakan pertanaman padi akibat banjir pada kondisi *La-Niña* tidak signifikan dibanding pada kondisi normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. and R.D. Susanto. 2003.** Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatol.* 23: 1435-1452.
- Battisti, D.S., D.J. Vimont, R. Naylor, W. Falcon, and M. Burke. 2006.** Downscaling Indonesian precipitation: present and future climate scenario. Paper presenting in roundtable discussion on coping with Climate Variability and Change in Food Production. Bogor. November 2006.
- Boer, R. and M. Faqih. 2004.** Global climate forcing factor and rainfall variability in West Java: case study in Bandung District. *J. Agromet* 18(2):1-12.
- Chang, C.P., Z. Wang, Z., J. Ju, and T. Li. 2004.** On relationship between western maritime continent monsoon rainfall and ENSO during northern winter. *J. Climate* 16:1775-1790.
- Giannini, A. 2006.** Seasonality in the predictability of Indonesian monsoonal climate. Paper presented at International Workshop on Use of Ocean Observations to Enhance Sustainable Development-Training and Capacity Building Workshop for the Eastern Indian Ocean, Bali, 7-9 June 2006.
- Haylock, M. and J.L. McBride, 2001.** Spatial coherence and predictability of Indonesian wet season rainfall. *Journal of Climate* 14: 3882-3887.
- Hendon, H.H. 2003.** Indonesian Rainfall Variability : Impacts of ENSO and Local Air-Sea Interaction. *J. Climate* (16):1775-1790.

- Rao, S.A. 2002.** Indian Ocean dipole. A new phenomenon found in tropical Pasific. <http://www.jamstec.go.jp/.html> [3 Februari 2005].
- Rao, S.A., S.K. Behera, Y. Masumoto, and T. Yamagata. 2002.** Subsurface interannual variability associated with the Indian Ocean Dipole. CLIVAR Exchange 23:1-4.
- Saji, N.H., B.N. Goswani, P.N. Vinayachandran, and T. Yamagata. 1999.** A dipole mode in the tropical Indian ocean. Nature Magazine 401:360-363
- Saji, N.H. 2000.** The ocean at work during the Indian Ocean Dipole Mode. Frontier Newsletter 10.