

# Strategi adaptasi kalender tanam terhadap variabilitas iklim pada sentra produksi padi di wilayah monsun dan equatorial

## Cropping calendar adaptation strategies to climate variability in rice production centers in the monsoon and equatorial region

Y. APRIYANA

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Jl. Tentara Pelajar No. 1A PO. BOX. 830, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111, Jawa Barat. Tel.: +62-251-8312760, Fax.: +62-251-8323909, email: yanapri@yahoo.com

Manuskrip diterima: 29 Mei 2015. Revisi disetujui: 21 Agustus 2015.

Apriyana Y. 2015. *Strategi adaptasi kalender tanam terhadap variabilitas iklim pada sentra produksi padi di wilayah monsun dan equatorial. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1725-1734.* Strategi adaptasi terhadap variabilitas iklim akibat kejadian ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*) pada setiap periode musim tanam sangat diperlukan dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan yang berkelanjutan. Penelitian dilakukan di Provinsi Jawa Barat yang mempunyai pola curah hujan Monsunal dan Provinsi Sumatera Barat dengan pola curah hujan Equatorial. Tahap penelitian dilakukan melalui tahapan sebagai berikut (i) Analisis korelasi antara ENSO dan IOD dengan curah hujan dilakukan untuk menemukan hubungan antara ENSO dan IOD dengan curah hujan pada periode Desember-Februari, Maret-Mei, Juni-Agustus, dan September-November, (ii) Delineasi Wilayah Terkena Dampak ENSO dan IOD, (iii) Analisis Sensitivitas dan Dinamika Kalender Tanam serta Delineasi Wilayah Dampak ENSO dan IOD pada Peta Kalender Tanam Eksisting dilanjutkan dengan analisis untuk menetapkan waktu dan pola tanam. Pengaruh ENSO dan IOD lebih kuat di wilayah pola hujan monsun dibandingkan dengan equatorial. Kedua fenomena tersebut berpengaruh kuat pada periode September-November. Di wilayah dengan pola hujan monsun, ENSO berpengaruh kuat di sebagian besar wilayah Utara Jawa Barat sedangkan IOD berpengaruh kuat pada sebagian besar wilayah Selatan Jawa Barat. Di wilayah dengan pola hujan equatorial ENSO dan IOD berpengaruh di sebagian wilayah Barat dan Selatan Sumatera Barat. Sekitar 84% luas sawah di Jawa Barat terdapat pada wilayah yang dipengaruhi ENSO dan IOD secara bersamaan sedangkan di Sumatera Barat hanya sekitar 20%. Di wilayah monsun terkena dampak, wilayah yang terpengaruh kuat oleh ENSO dan IOD mengakibatkan awal musim tanam mundur 1-3 dasarian dan potensi waktu tanam lebih pendek bila dibandingkan dengan wilayah terkena dampak lainnya, sedangkan di wilayah equatorial pengaruh ENSO dan IOD tidak menunjukkan perbedaan pergeseran waktu tanam. Adaptasi terhadap anomali iklim lebih jelas di daerah pola curah hujan monsun dengan penyesuaian waktu tanam 2-3 dasarian dan merubah rotasi tanaman dari Padi-Padi-Bera menjadi Padi-Jagung/Kedelai-Bera dan Padi-Padi-Jagung/Kedelai menjadi Padi-Jagung/Kedelai-Bera.

**Kata kunci:** Variabilitas iklim, adaptasi, kalender tanam, sentra produksi padi

Apriyana Y. 2015. *Cropping calendar adaptation strategies to climate variability in rice production centers in the monsoon and equatorial region. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1725-1734.* Adaptation strategies to climate variability caused by ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*) phenomena at each period of the growing season are needed in efforts to improve sustainable food security. The study was conducted in West Java province which has monsoon rainfall pattern and the province of West Sumatra with Equatorial rainfall pattern. Phase of research conducted through the following steps: (i) analysis of the correlation between ENSO and IOD with rainfall conducted to find the relationship between ENSO and IOD with rainfall in the period from December to February, March to May, June to August, and September-November, (ii) delineation Region Affected by ENSO and IOD, (iii) Sensitivity Analysis and Dynamics cropping calendar and delineation of Regional Impact of ENSO and IOD on the Map of Existing Cropping Calendar followed by an analysis to set the time and cropping patterns. The influence of ENSO and IOD is stronger in monsoon rainfall pattern compared to equatorial. Both phenomena are a strong influence on the period September-November. In areas with monsoon rainfall patterns, ENSO has a strong influence in most of the northern region of West Java while IOD strongly influences the majority of the South region of West Java. In a region with a pattern of ENSO and IOD equatorial rainfall effect in parts of West and South West Sumatra. About 84% of rice area in West Java are in areas affected by ENSO and IOD simultaneously while in West Sumatra is only about 20%. The monsoon regions are affected strongly by ENSO and IOD lead to delayed 1-3 ten days period early in the season and potential planting time is shorter when compared with other affected regions, while in the equatorial region of influence of ENSO and IOD showed no difference in planting time shift. Adaptation to climate anomalies more clearly in the area of monsoon rainfall pattern by adjusting the time of planting 2-3 ten days period and change the crop rotation of rice-rice-bare into rice-corn/soybean-bare and rice-rice-corn/soybean into rice-corn/soybean-bare.

**Key word:** Climate variability, adaptation, cropping calendar, rice production center

## PENDAHULUAN

Variabilitas iklim dan perubahan iklim merupakan dua fenomena anomali iklim saat ini menjadi isu utama dan perhatian serius karena diyakini mempunyai dampak besar bagi kehidupan di berbagai sektor (Trenberth et al. 1995). Variabilitas iklim di Indonesia erat kaitannya dengan ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) di Samudera Pasifik dan IOD (*Indian Ocean Dipole*) di Samudera Hindia (Saji et al. 1999). Dampak dari dua fenomena ini juga sangat terasa dalam pola tanam, perubahan tidak hanya di tadah hujan tetapi juga di lahan irigasi (Ashok et al. 2001).

El Niño dan IOD positif secara bersamaan mempunyai dampak yang sangat besar untuk waktu tanam. Pada 1997/98 dua fenomena ini menggeser waktu tanam pada musim hujan 2-3 bulan yang selanjutnya tertunda waktu tanam di musim depan (Las 2000). Masa tanam juga bergeser 10-20 hari selama beberapa dekade lalu (Linderholm 2006). Dampak kedua fenomena ini juga mempengaruhi perubahan pola tanam baik di dataran rendah irigasi dan tadah hujan. Saat ini, sebagian besar wilayah tanam padi menggunakan pola tanam padi-padi di mana musim tanam kedua tergantung pada ketersediaan air irigasi (Las et al. 2007). Adanya indikator anomali iklim seperti ENSO di Samudera Pasifik dan IOD di Samudera Hindia tersebut, pada kenyataannya mempengaruhi fluktuasi hujan di wilayah tertentu sehingga pada gilirannya mempengaruhi aktifitas budidaya pertanian (Saji and Yamagata 2003; Naylor et al. 2007), termasuk kalender tanam khususnya padi (Koesmaryono et al. 2009).

Kalender Tanam Padi Badan Litbang Pertanian disusun berdasarkan pola curah hujan dengan asumsi bahwa fluktuasi curah hujan sepenuhnya mempengaruhi pola dan waktu tanam, dan karakteristik curah hujan itu sendiri mencerminkan karakteristik lokal (Las et al. 2007). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan analisis kalender tanam dan luas tanam pada wilayah yang memiliki korelasi kuat dengan anomali iklim ENSO dan IOD. Anomali tersebut semakin sering terjadi dengan kondisi musim yang semakin ekstrim dan durasi yang semakin panjang sehingga menimbulkan dampak yang signifikan terhadap strategi budidaya dan produksi pertanian.

Mencermati sangat signifikannya dampak variabilitas iklim tersebut terutama akibat dari fenomena ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*), maka diperlukan suatu upaya dalam mengantisipasi dampak variabilitas iklim khususnya terhadap kalender tanam. Penelitian ini bertujuan: (i) Mengidentifikasi dinamika kalender tanam pada daerah yang sering dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD; (ii) Menetapkan potensi waktu tanam yang optimal. (iii) Mempelajari adaptasi petani terhadap dampak kedua fenomena tersebut. Penelitian difokuskan pada daerah sentra produksi padi baik di wilayah monsunial maupun equatorial

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di dua provinsi sentra produksi padi di Indonesia, di Jawa Barat yang mewakili hujan curah hujan pola wilayah monsunial dan Sumatera Barat mewakili wilayah pola curah hujan equatorial. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data dan peta yang terdiri dari : (i) Data curah hujan bulanan pengamatan yang tersebar di Jawa Barat dan Sumatera Barat diperoleh dari instansi terkait seperti Balitklimat, BMG, PSDA/PU serta Dinas Pertanian untuk mengetahui kondisi curah hujan periode 1990-2007. (ii) Data Nino 3.4 Sea Surface Temperature (SST) periode 1990-2007. (iii) Data Dipole Mode Index (DMI) series periode 1990-2007. (iv) Data series penggunaan lahan selama 17 tahun. (v) Data waktu tanam eksisting diperoleh dari Laporan Kalender Tanam Badan Litbang Pertanian (Las et al. 2007). (vi) Peta-peta pendukung meliputi peta administrasi, peta rupa bumi, peta topografi dan peta luas baku sawah di wilayah penelitian.

Pelaksanaan penelitian berupa kegiatan meliputi analisis data curah hujan, data ENSO, DMI, dan *waktu tanam*, serta analisis sensitivitas dan dinamika pola tanam. Penelusuran informasi melalui internet dilakukan untuk memperoleh informasi tentang ENSO dan IOD dengan menggunakan parameter SST di Nino 3.4 dan DMI. Data sekunder dikumpulkan melalui survei lapang. Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

### Hubungan curah hujan dengan ENSO dan IOD

Stasiun hujan yang dianalisis dalam penelitian ini yang digunakan adalah masing-masing 346 stasiun untuk Jawa Barat dan 113 stasiun untuk Sumatera Barat. Meskipun demikian dari data yang diperoleh masih ditemukan pula data-data yang kosong (*missing data*). Untuk mengisi kekosongan data tersebut digunakan data curah hujan interpolasi grid.

Interpolasi grid merupakan analisis dari ArcView yang digunakan untuk interpolasi data hujan pada masing-masing stasiun untuk memperoleh grid kontinyu data hujan yang selanjutnya dapat dibuat peta isohyet. Dari seluruh jumlah titik stasiun yang memiliki nilai curah hujan tertentu, ArcView akan menghitung jarak dan nilai dari stasiun terdekat atau disekitarnya. Pada dasarnya proses dari metode ini dilakukan dengan menggabungkan database sinoptik dengan database stasiun hujan dan membangkitkan data yang kosong dengan ekstrak data grid dari interpolasinya yang berkesinambungan.

Analisis anomali curah hujan bulanan dihitung tiap stasiun kemudian di cari anomalinnya terhadap nilai rata-rata curah hujan.

$$AnoCH_{ij} = CH_{ij} - \overline{CH}_{ij}$$

$$\overline{CH}_{ij} = \frac{i}{n} \sum_{j=1}^n CH_j$$

dimana:

$AnoCH_{ij}$  = anomali curah hujan di stasiun ke-i bulan ke-j

$CH_{ij}$  = curah hujan di stasiun ke-i bulan ke-j

$\overline{CH}_{ij}$  = curah hujan rata-rata di stasiun ke-i bulan ke-j

n = jumlah data

Analisis korelasi dilakukan secara temporal untuk mengetahui hubungan antara anomali curah hujan yang terjadi di setiap stasiun hujan dengan nilai anomali SST sebagai indikator penyimpangan iklim untuk setiap bulannya. Nilai korelasi diamati pada periode Desember-Februari, Maret-Mei, Juni-Agustus, September-November. Pada analisis ini digunakan program Minitab 14 dengan cara menghitung nilai korelasi ( $r$ ) yaitu korelasi antara dua variable. Rumus perhitungan nilai korelasi adalah:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

dimana:

$r$  = nilai korelasi

$n$  = jumlah data

$x$  = anomali SST nino 3.4 atau anomali IOD

$y$  = anomali curah hujan

Nilai korelasi ( $r$ ) berkisar antara -1 dan 1 atau ditulis  $-1 \leq r \leq 1$ . Tanda positif atau negatif menunjukkan arah korelasinya. Bila korelasi antara  $x$  dan  $y$  negatif maka kenaikan variable  $x$  akan menyebabkan penurunan  $y$  atau sebaliknya. Bila korelasi antara  $x$  dan  $y$  positif, maka kenaikan variabel  $x$  akan diikuti dengan kenaikan variabel  $y$  atau sebaliknya.

Korelasi ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan kuat (99%), sedang (95%) dan lemah (90%). Karena jumlah pengamatan sebanyak 18 tahun maka berdasarkan analisis "Significance of a Correlation Coefficient" (<http://faculty.vassar.edu/lowry/ch4apx.html>) diperoleh: (i) nyata kuat  $| \pm 0.54 | \leq r < | \pm 1.00 |$ , (ii) nyata sedang  $| \pm 0.39 | \leq r < | \pm 0.54 |$ , (iii) nyata lemah  $| \pm 0.33 | \leq r < | \pm 0.39 |$ , dan (iv) tidak nyata  $r < | \pm 0.33 |$ .

Untuk mengetahui besarnya pengaruh ENSO pada kejadian curah hujan adalah dengan menggunakan indeks suhu muka laut di Nino 3.4. ( $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}$ - $170^{\circ}\text{W}$ ). Indeks tersebut dihitung dari fluktuasi musiman atau bulanan berdasarkan analisis dengan menggunakan metode Kaplan et al. (1998). Data suhu muka laut di Nino 3.4 bulanan diperoleh dari NOAA (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>).

Sama halnya dengan ENSO, Dipole Mode (DM) atau *Indian Ocean Dipole* (IOD) dinyatakan dalam bentuk indeks yaitu Dipole Mode Indeks (DMI). DMI dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara suhu muka laut di kawasan barat Samudera Hindia ( $50^{\circ}$ - $70^{\circ}\text{BT}$ ,  $10^{\circ}\text{LU}$ - $10^{\circ}\text{LS}$ ) dengan suhu muka laut di kawasan tenggara Samudera Hindia ( $90^{\circ}$ - $110^{\circ}\text{BT}$ ,  $0^{\circ}$ - $10^{\circ}\text{LS}$ ). Data DMI diperoleh dari <http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d1/iod>.

Untuk melihat maju mundurnya hubungan antara prediktor dan prediktan dilakukan analisis yang mempertimbangkan faktor lag, sehingga diperoleh informasi korelasi anomali iklim pada waktu tertentu. Hubungan curah hujan dan suhu permukaan laut Nino 3.4 dan DMI dinyatakan melalui skenario tenggang waktu (*time lag*) 0, 1 dan 2 bulan: (i) lag 0 : curah hujan bulan ini

dipengaruhi oleh SST pada bulan yang sama, (ii) lag 1 : curah hujan bulan ini dipengaruhi oleh SST 1 bulan sebelumnya, dan (iii) lag 2 : curah hujan bulan ini dipengaruhi oleh SST 2 bulan sebelumnya. Dari keseluruhan hasil analisis, ditentukan lag yang dominan di setiap stasiun hujan berdasarkan besarnya nilai koefisien korelasi ( $r$ ) validasi tertinggi pada setiap stasiun tersebut.

### Delineasi wilayah terkena dampak ENSO dan IOD

Untuk mempermudah dalam menentukan daerah yang sensitif terhadap anomali iklim hasil analisis disajikan dalam bentuk spasial. Bentuk spasial dari nilai korelasi antara ENSO dan IOD dengan curah hujan dapat lebih menjelaskan daerah mana saja yang dipengaruhi oleh fenomena anomali iklim tersebut. Metode Interpolasi grid yang dijalankan dengan menggunakan program ArcView Version 3.3. digunakan dalam menampilkan bentuk spasial dari nilai korelasi antara ENSO dan IOD dengan curah hujan.

### Analisis sensitivitas dan dinamika kalender tanam serta delineasi wilayah dampak ENSO dan IOD pada peta kalender tanam eksisting

Sensitivitas kalender tanam menunjukkan variabilitas respon kalender tanam terhadap kondisi klimatis sedangkan dinamika kalender tanam menunjukkan pergeseran waktu tanam akibat anomali iklim. Untuk mengetahui sensitivitas dan dinamika kalender tanam dilakukan dengan menganalisis hubungan antara ENSO dan IOD dengan waktu tanam pada wilayah *waktu tanam* dalam kalender tanam eksisting yang telah dibuat oleh Badan Litbang Pertanian. Analisis sensitivitas pola tanam terhadap anomali iklim menghasilkan delineasi dan peta wilayah dampak anomali iklim yang disusun berdasarkan hasil analisis indikator anomali iklim (ENSO dan IOD) dan potensi awal musim tanam (*waktu tanam*) dari kalender tanam eksisting yang telah dibuat oleh Badan Litbang Pertanian (Las et al. 2007).

Selanjutnya dengan menggunakan metode Interpolasi grid dari ArcView dilakukan deliniasi stasiun-stasiun hujan yang mempunyai korelasi dengan anomali ENSO dan IOD. Tampilan dalam bentuk spasial dari nilai korelasi antara curah hujan dengan ENSO dan IOD dapat lebih menjelaskan daerah mana saja yang dipengaruhi oleh iklim global tersebut. Dari masing-masing hasil analisis tersebut dibuat delineasi zonasi digital, berupa indikator anomali iklim dan isohyet yang menghasilkan layer zonasi anomali iklim dan layer *waktu tanam* Kalender Tanam Eksisting. Kedua layer digital selanjutnya ditumpang-tepatkan untuk mendapatkan kombinasi data yang memiliki luas tanam dari *waktu tanam* yang terkena dampak ENSO dan atau IOD. Selanjutnya pada masing-masing poligon hasil tumpang-tepat dihitung luasannya untuk menentukan prosentase wilayah yang terkena dampak anomali iklim tersebut. Hasil analisis uji sensitivitas disajikan secara spasial dan temporal untuk mempermudah dalam menentukan daerah yang peka terhadap anomali iklim global pada kondisi musim tertentu.

### Strategi adaptasi kalender tanam

Strategi adaptasi kalender tanam dibangun berdasarkan hasil karakterisasi dan delineasi wilayah yang terindikasi terkena dampak ENSO dan IOD maupun yang tidak terkena dampak kedua anomali tersebut. Selanjutnya diperkuat dengan hasil analisis neraca air baik pada lahan sawah tadah hujan maupun lahan irigasi ditambah dengan hasil analisis prediksi curah hujan sebagai bahan masukan untuk rencana tanam serta informasi daya dukung sumberdaya air dan kemampuan adaptasi petani dalam menyiasati variabilitas iklim. Adaptasi kalender tanam disusun melalui penentuan awal waktu tanam (waktu tanam), potensi waktu tanam serta pola tanam di wilayah monsun dan equatorial pada tahun normal, kejadian El Niño dan IOD positif.

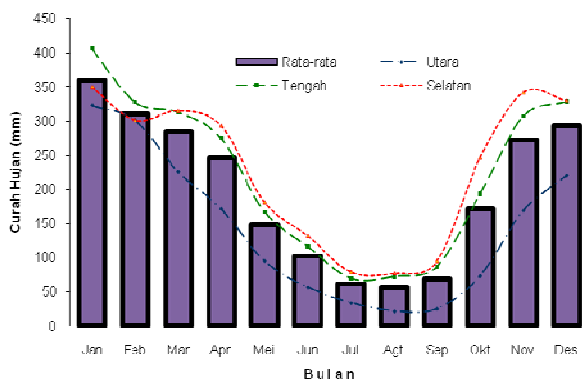
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pola dan distribusi hujan

#### Wilayah monsun

Pola hujan di wilayah monsun seperti di Jawa Barat digambarkan dengan perbedaan periode musim hujan dan periode musim kemarau yang tegas bersifat unimodial (satu puncak musim hujan). Puncak musim hujan di wilayah monsun pada kondisi normal umumnya terjadi pada bulan Desember-Februari. Dan puncak musim kemarau terjadi pada bulan Juni-Agustus. Musim pancaroba/transisi terjadi pada bulan Maret-Mei dan September-November. Hasil analisis dari 346 stasiun di Jawa Barat yang terdistribusi di wilayah Utara, Tengah dan Selatan Jawa Barat menunjukkan pola monsun (Gambar 1).

Distribusi curah hujan saat memasuki periode Desember-Februari tidak begitu tampak variabilitasnya (Gambar 2a). Namun saat memasuki masa transisi pada periode Maret-Mei sebagian wilayah Utara sudah menunjukkan perbedaan dengan wilayah lainnya yang ditunjukkan dengan curah hujan yang lebih rendah (Gambar 2b). Penurunan curah hujan lebih mendominasi hampir seluruh wilayah Jawa Barat saat memasuki periode Juni-Agustus yang ditandai dengan jumlah curah hujan



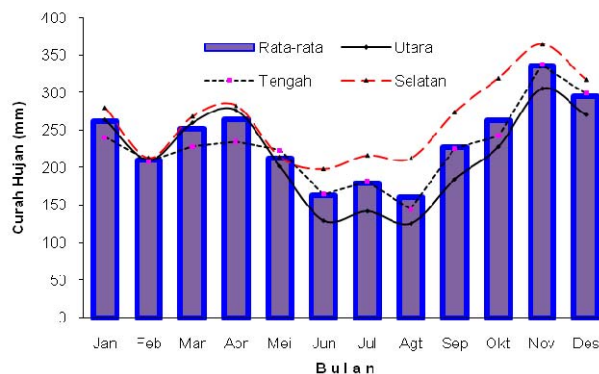
Gambar 1. Pola curah hujan di Jawa Barat, tahun 1990-2009

rata-rata antara 100-200 mm/bulan (Gambar 2c). Distribusi curah hujan relatif beragam terutama saat memasuki periode September-November yang ditunjukkan oleh perbedaan curah hujan yang mencolok antara wilayah Utara dengan wilayah lainnya (Gambar 2d). Di wilayah Utara Jawa Barat seperti di Karawang, Subang, Indramayu dan Cirebon curah hujan relatif lebih rendah, hal tersebut terjadi karena (i) penurunan curah hujan lebih tinggi saat memasuki periode Juni-Agustus dan (ii) peningkatan curah hujan lebih lambat pada periode September-November. Kondisi tersebut sejalan dengan pendapat Naylor et al. (2007) yang menyatakan bahwa berdasarkan analisis statistik dari catatan pengamatan menunjukkan korelasi antara terjadinya penundaan dan total curah hujan pada bulan September-Desember sebesar-0,94 untuk Jawa Barat/Tengah. Hal tersebut menunjukkan penundaan awal musim hujan yang sangat berhubungan erat dengan penurunan jumlah curah hujan dalam periode tersebut.

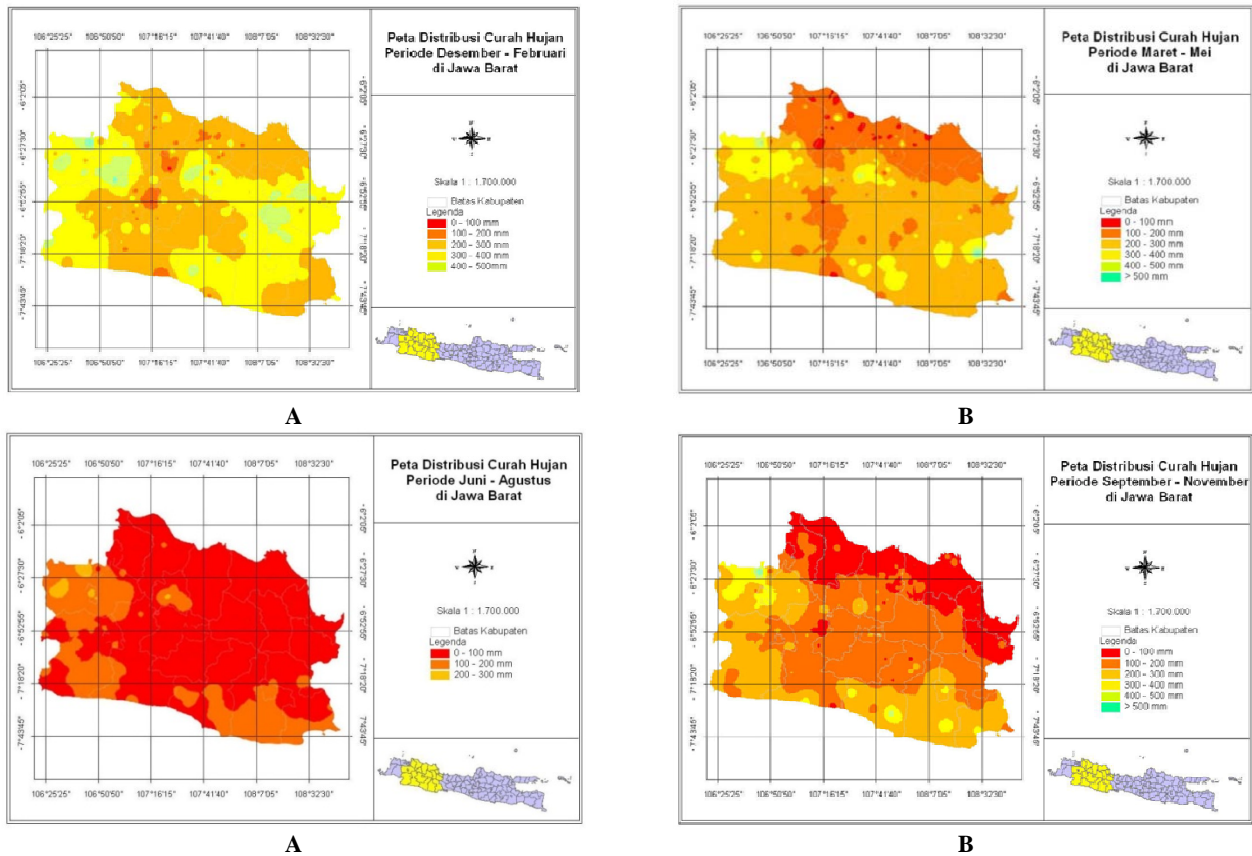
#### Wilayah equatorial

Seluruh wilayah Sumatera Barat berpola hujan equatorial, baik di bagian Utara, Tengah maupun di Selatan wilayah tersebut (Gambar 3). Pola hujan equatorial dicirikan dengan wilayah yang memiliki distribusi hujan bulanan bimodial dengan dua puncak musim hujan maksimum dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Puncak musim hujan terjadi sekitar bulan April dan November atau pada saat terjadi ekinoks.

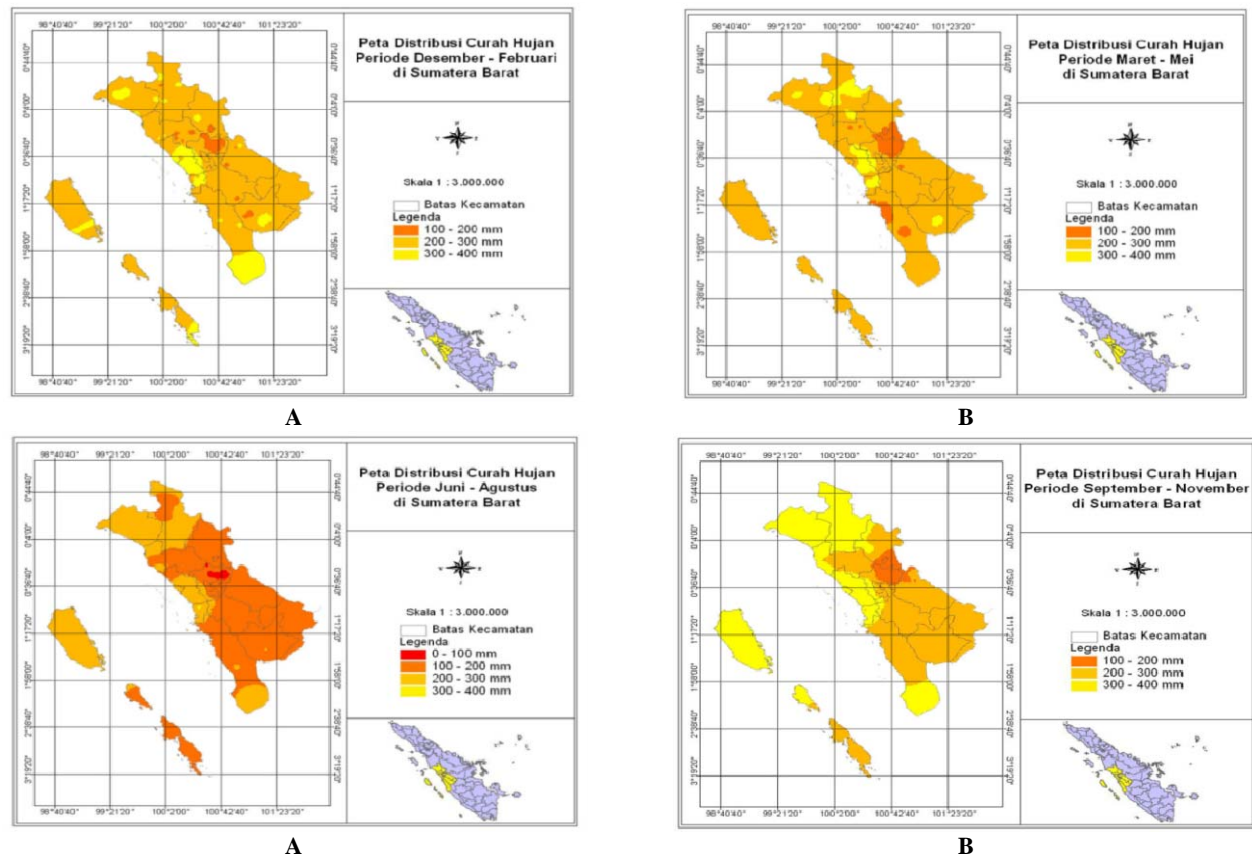
Berdasarkan hasil analisis, penurunan curah hujan di Sumatera Barat terjadi dari periode Desember-Februari memasuki Maret-Mei dari kisaran 300-400 mm/bulan menjadi 200-300 mm/bulan (Gambar 4a dan 4b). Seperti terlihat pada beberapa wilayah di sebagian Kabupaten Lima Puluh Koto, Padang Pariaman dan Pesisir Selatan. Kemudian periode terkering yaitu Juni-Agustus kisaran menurun menjadi 100-200 mm/bulan terdistribusi luas mendominasi Sumatera Barat bagian Tengah ke arah Barat dari Kota Bukit Tinggi, Padang Pariaman sampai ke Tanah Datar dan Solok hingga ke arah Selatan sampai Kabupaten Pesisir Selatan (Gambar 4c). Setelah memasuki September-November curah hujan meningkat kembali sampai berkisar antara 200-500 mm/bulan (Gambar 4d).



Gambar 2. Pola curah hujan di Sumatera Barat, tahun 1990-2009



Gambar 3. Distribusi hujan di Jawa Barat periode (A) Desember-Februari, (B) Maret-Mei, (C) Juni-Agustus, (D) September-November



Gambar 4. Distribusi hujan di Sumatera Barat periode (A) Desember-Februari, (B) Maret-Mei, (C) Juni-Agustus, (D) September-November

## **Dampak ENSO dan IOD terhadap dinamika curah hujan**

### *Wilayah monsun*

Provinsi Jawa Barat cukup rentan dipengaruhi oleh dinamika ENSO dan IOD. Artinya kesiapan sarana dan prasarana bagi penyediaan air irigasi perlu terus disiagakan ketika memasuki periode Juni-November, dan kepada petani tidak dianjurkan untuk menanam pada periode Juni-Agustus, karena IOD semakin kuat pengaruhnya dan luasan yang semakin bertambah secara nyata dibandingkan dengan periode sebelumnya.

Pada periode Juni-Agustus, ENSO berpengaruh sedang terhadap curah hujan di sebagian kecil wilayah Timur Laut meliputi Indramayu dan Cirebon serta di wilayah Selatan Jawa Barat meliputi Garut dan sekitarnya (Gambar 5a). Pengaruh ENSO semakin meluas pada periode September-November. Hampir seluruh Jawa Barat dipengaruhi oleh anomali iklim tersebut kecuali wilayah Barat (Gambar 5b). ENSO berpengaruh kuat terhadap curah hujan di sebagian wilayah seperti di Subang, Indramayu, Kuningan, Cirebon, Garut dan Ciamis.

Pengaruh ENSO hilang saat memasuki periode banyak hujan yaitu pada periode Desember-Februari, bahkan pada periode transisi Maret-Mei di sebagian wilayah Barat Laut, terjadi pengaruh positif yang menunjukkan peningkatan ENSO diikuti dengan peningkatan curah hujannya.

Pengaruh IOD pada periode Juni-Agustus terjadi di sepanjang wilayah Selatan Jawa Barat meliputi Sukabumi, Cianjur, Garut, Tasikmalaya, Ciamis dan sebagian wilayah di Majalengka, Kuningan dan Bandung (Gambar 6a). Pengaruh IOD semakin luas saat memasuki periode September-November kecuali sebagian wilayah Barat (Gambar 6b). IOD berpengaruh kuat terhadap curah hujan di wilayah-wilayah seperti Cianjur, Garut, Tasikmalaya dan Kuningan. Pengaruh IOD terhadap anomali curah hujan menurun drastis saat memasuki Desember-Februari dan hanya sedikit muncul di Selatan Jawa Barat pada periode Maret-Mei. Hanya beberapa wilayah saja seperti sebagian besar Bogor, Cianjur dan Bandung yang tidak terpengaruh oleh kedua fenomena tersebut. Pada wilayah-wilayah tersebut, pengaruh iklim regional seperti monsun Asia-Australia dan atau lokal lebih dominan dibandingkan dengan iklim globalnya.

Fakta di atas juga menunjukkan bahwa dampak ENSO dan IOD kuat pada daerah-daerah dengan pola curah hujan monsun atau daerah yang memiliki satu puncak hujan.

### *Wilayah equatorial*

Dampak munculnya ENSO dan IOD di wilayah Equatorial tidak terjadi baik pada periode Desember-Februari maupun Maret-Mei. Kejadian ENSO berpengaruh nyata di Limapuluh Koto dan Sawahlunto pada periode Juni-Agustus (Gambar 7a). Selanjutnya pada September-November, pengaruh ENSO baru terlihat berpengaruh nyata di beberapa wilayah seperti Agam dan Padang (Gambar 7b) dan pengaruh ENSO di Sawahlunto mulai berkurang tetapi meningkat di daerah Pesisir Selatan dan sebagian Padang bersamaan dengan pengaruh IOD (Gambar 8a).

Dengan demikian pengaruh dominan baik IOD maupun ENSO bergantian sejak Juni-Agustus dan September-

November serta keduanya mulai berkurang setelah memasuki Desember-Februari. Melemahnya pengaruh dipole mode pada periode tersebut karena kejadian IOD sudah berada dalam kondisi normal selain itu pada periode tersebut merupakan puncak musim hujan di wilayah Indonesia. Secara keseluruhan pada di Sumatera Barat, pengaruh ENSO dominan pada Juni-Agustus sedangkan memasuki September-November pengaruh IOD lebih kuat dibandingkan dengan ENSO (Gambar 8b).

## **Luas sawah terkena dampak ENSO dan IOD**

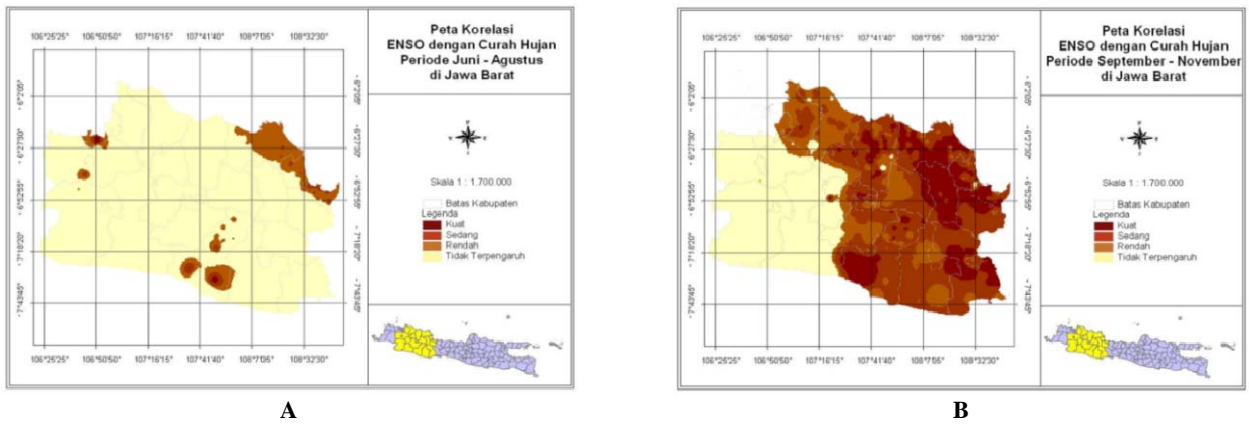
### *Wilayah monsun*

Pengaruh ENSO dan IOD di Jawa Barat terhadap luas sawah tidak begitu besar, hanya kurang dari 5% saat memasuki periode Desember-Februari dan Maret-Mei. Luas sawah yang terpengaruh ENSO dan IOD meningkat saat memasuki periode Juni-Agustus, pada periode tersebut pengaruh IOD sekitar 26% lebih besar bila dibandingkan dengan pengaruh ENSO pada sekitar 15% dari seluruh luas sawah di Jawa Barat. Luas sawah yang dipengaruhi oleh kedua fenomena tersebut hanya sekitar 4%, sisanya sekitar 54% tidak terpengaruh. Pada periode September-November sebagian besar luas sawah di Jawa Barat atau sekitar 84% dipengaruhi oleh ENSO dan IOD secara bersamaan sedangkan luas sawah yang tidak terpengaruh turun menjadi sekitar 14% (Tabel 1).

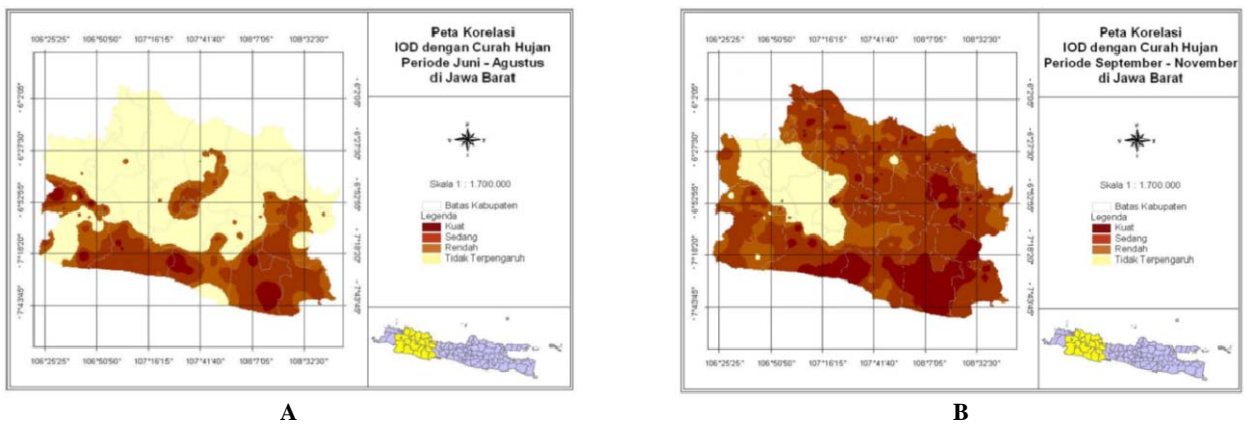
Berdasarkan hasil analisis ini semakin terlihat jelas bahwa provinsi Jawa Barat cukup rentan dipengaruhi oleh dinamika ENSO dan IOD. Artinya kesiapan sarana dan prasarana bagi penyediaan air irigasi perlu terus disiagakan ketika memasuki periode Juni-November, dan kepada petani tidak dianjurkan untuk menanam pada periode Juni-Agustus, karena IOD semakin kuat pengaruhnya dan luasan yang semakin bertambah secara nyata dibandingkan dengan periode sebelumnya. Fakta di atas juga menunjukkan bahwa dampak ENSO dan IOD kuat pada daerah-daerah dengan pola curah hujan monsun atau daerah yang memiliki satu puncak hujan.

### *Wilayah equatorial*

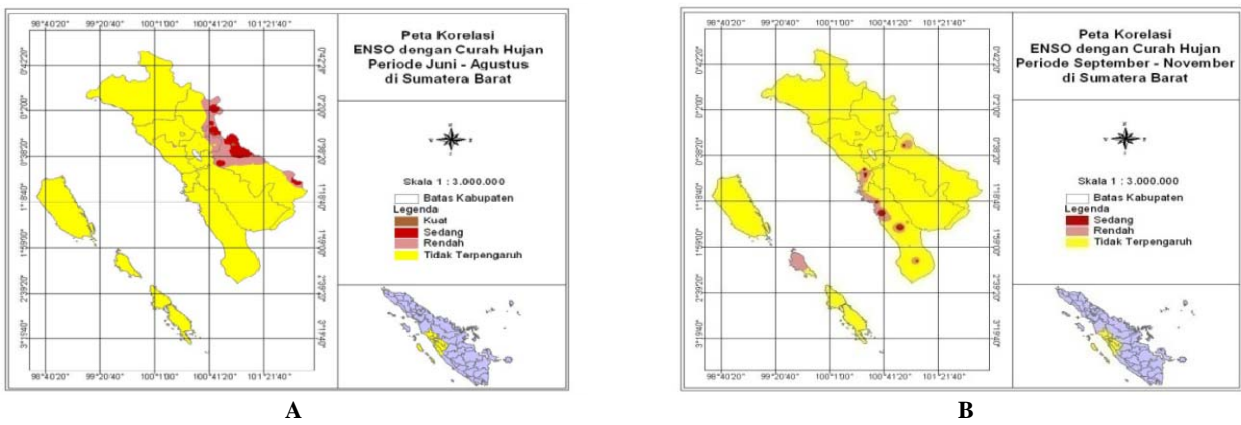
Hasil analisis dampak ENSO dan IOD terhadap luas sawah di Sumatera Barat dan Jawa Barat menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan. Bahkan perbedaan tersebut menunjukkan sesuatu yang berbeda dari yang selama ini diperkirakan banyak penelitian. Untuk kasus di Sumatera Barat misalnya, banyak penelitian menyakini, karena letak provinsi ini dekat dengan laut Hindia, dimana fenomena IOD timbul dan ditemukan, maka disimpulkan bahwa provinsi ini sebagian besar dipengaruhi oleh IOD. Akan tetapi analisis yang ditunjukkan Tabel 2, menunjukkan bahwa sebagian besar luas sawah berada pada wilayah yang tidak banyak dipengaruhi oleh anomali iklim tetapi berada pada wilayah yang dipengaruhi oleh kondisi iklim lokal yang sangat kuat. Bahkan pada periode Desember, Januari dan Februari, tidak ada peristiwa anomali iklim mempengaruhi wilayah luas sawah padi di Sumatera Barat. Pengaruh IOD baru terlihat pada periode Juni-Agustus, dan akan semakin menguat melebihi ENSO pada periode September-November, tetapi tidak lebih dari 20%.



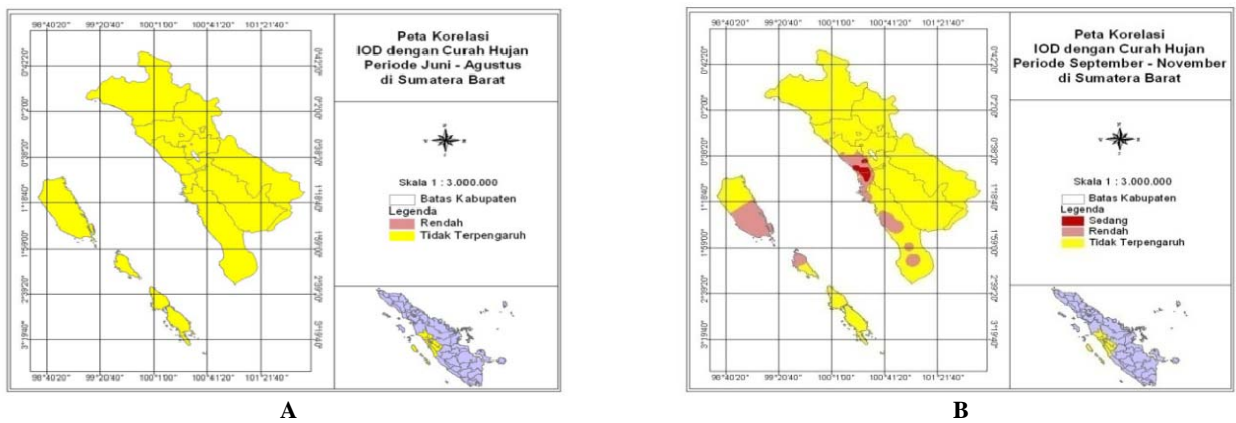
**Gambar 5.** Tingkat korelasi antara ENSO dengan curah hujan di Jawa Barat periode (A) Juni-Agustus. (B) September-November



**Gambar 6.** Tingkat korelasi antara IOD terhadap curah hujan di Jawa Barat periode (A) Juni-Agustus. (B) September-November



**Gambar 7.** Tingkat korelasi antara ENSO dengan curah hujan di Jawa Barat periode (A) Juni-Agustus. (B) September-November



**Gambar 8.** Tingkat korelasi antara IOD terhadap curah hujan di Jawa Barat periode (A) Juni-Agustus. (B) September-November

Tidak kuatnya pengaruh ENSO dan IOD di Sumatera Barat disebabkan oleh bentuk fisiografis wilayah Sumatera Barat dengan bukit barisannya, dan menjadi lintasan pergerakan sekumpulan awan raksasa (Giant Cloud Cluster) yang membawa uap air yang sangat besar. Pergerakan awan ini selanjutnya terpisah di atas bukit barisan, dengan sebagiannya menuju arah Timur atau provinsi Jambi. Kandungan uap air yang juga berpotensi menimbulkan hujan di sore hari menyebabkan dampak ENSO dan IOD tidak nyata terhadap penurunan curah hujan. Berdasarkan fakta tersebut di atas, dapat dikatakan bahwa pengaruh ENSO dan IOD lemah pada daerah dengan pola hujan equatorial atau daerah yang memiliki dua puncak curah hujan.

### Strategi adaptasi kalender tanam terhadap variabilitas iklim

Strategi adaptasi kalender tanam (waktu dan pola tanam) dibangun berdasarkan hasil karakterisasi dan delineasi wilayah yang terindikasi terkena dampak ENSO dan IOD maupun yang tidak terkena dampak kedua anomali tersebut. Selanjutnya diperkuat dengan hasil analisis neraca air baik pada lahan sawah tadah hujan maupun lahan irigasi ditambah dengan hasil analisis prediksi curah hujan sebagai bahan masukan untuk rencana tanam serta informasi daya dukung sumberdaya air dan kemampuan adaptasi petani dalam menyiasati variabilitas iklim. Adaptasi kalender tanam disusun melalui penentuan awal waktu tanam (*waktu tanam*), potensi waktu tanam serta pola tanam di wilayah monsun dan equatorial pada tahun normal, kejadian *El Niño* dan IOD positif. Strategi adaptasi di sentra produksi padi wilayah dengan pola hujan monsun diwakili kabupaten Indramayu dan Cianjur sedangkan pada wilayah dengan pola hujan equatorial diwakili kabupaten Solok dan Tanah Datar.

Pada tahun normal, waktu tanam di wilayah dengan pola curah hujan monsun seperti di Indramayu terjadi pada Oktober I/II dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija dan di Cianjur lebih awal 1 dasarian yaitu pada September III/Oktober I dengan pola tanam yang sama yaitu Padi-Padi-Palawija. Di Pesisir Selatan, waktu tanam terdapat pada Agustus III/September I dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija sedangkan di Solok waktu tanam dimulai pada Mei I/II dengan pola tanam Padi-Padi-Padi (Gambar 9).

Pada tahun *El Niño*, waktu tanam di Indramayu terdapat pada Oktober III-November II mundur 1-3 dasarian dari tahun normal dengan pola tanam Padi-Padi/palawija-Palawija/bera sedangkan di Cianjur tidak berbeda dengan tahun normalnya yaitu pada September III/Oktober I dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija. Di Pesisir Selatan, waktu tanam mundur 1 dasarian terdapat pada September I/II dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija sedangkan di Solok, waktu tanam sama dengan tahun normalnya dimulai pada Mei I/II dengan pola tanam Padi-Padi-Padi (Gambar 10).

Pada tahun IOD positif, waktu tanam di Indramayu terdapat pada Oktober III/November I mundur 2 dasarian

dari tahun normal dengan pola tanam Padi-Padi/palawija-bera sedangkan di Cianjur tidak berbeda dengan tahun normalnya yaitu pada September III/Oktober I dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija. Di Pesisir Selatan, waktu tanam mundur 1 dasarian terdapat pada September I/II dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija sedangkan di Solok waktu tanam sama dengan tahun normalnya dimulai pada Mei I/II dengan pola tanam Padi-Padi-Padi (Gambar 11).

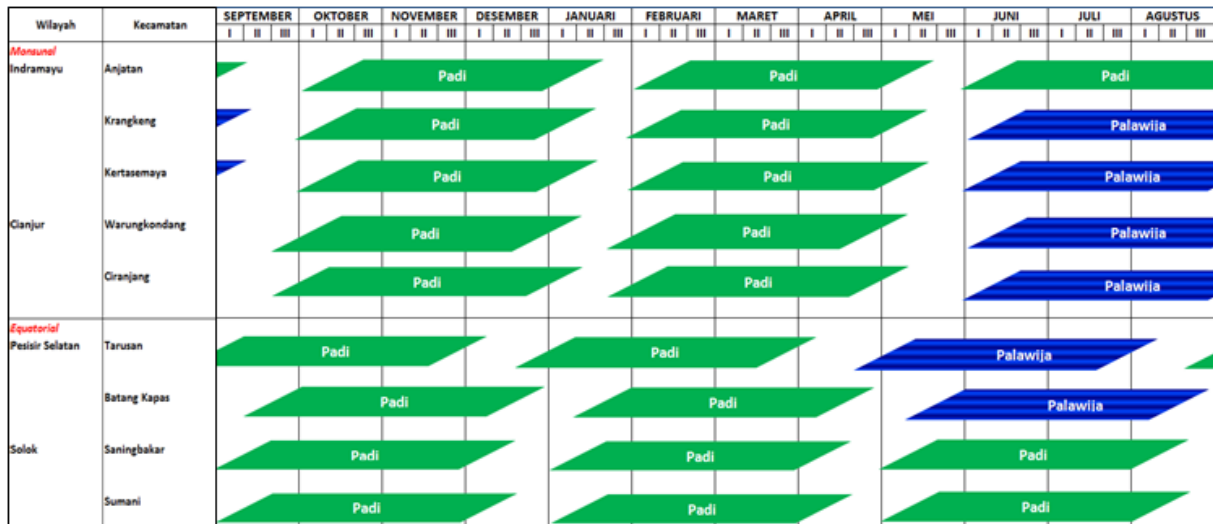
Pengaruh ENSO dan IOD lebih kuat di wilayah pola hujan monsun dibandingkan dengan equatorial. Kedua fenomena tersebut berpengaruh kuat pada periode September-November. Di wilayah dengan pola hujan monsun, ENSO berpengaruh kuat di sebagian besar wilayah Utara Jawa Barat sedangkan IOD berpengaruh kuat pada sebagian besar wilayah Selatan Jawa Barat. Di wilayah dengan pola hujan equatorial ENSO dan IOD berpengaruh di sebagian wilayah Barat dan Selatan Sumatera Barat. Sekitar 84% luas sawah di Jawa Barat terdapat pada wilayah yang dipengaruhi ENSO dan IOD secara bersamaan sedangkan di Sumatera Barat hanya sekitar 20%. Di wilayah monsun terkena dampak, wilayah yang terpengaruh kuat oleh ENSO dan IOD mengakibatkan awal musim tanam mundur 1-3 dasarian dan potensi waktu tanam lebih pendek bila dibandingkan dengan wilayah terkena dampak lainnya, sedangkan di wilayah equatorial pengaruh ENSO dan IOD tidak menunjukkan perbedaan pergeseran waktu tanam. Adaptasi terhadap anomali iklim lebih jelas di daerah pola curah hujan monsun dengan penyesuaian waktu tanam 2-3 dasarian dan merubah rotasi tanaman dari Padi-Padi-Bera menjadi Padi-Jagung/Kedelai-Bera dan Padi-Padi-Jagung/Kedelai menjadi Padi-Jagung/Kedelai-Bera.

**Tabel 1.** Luas sawah di Jawa Barat yang terkena dampak ENSO dan IOD pada berbagai periode.

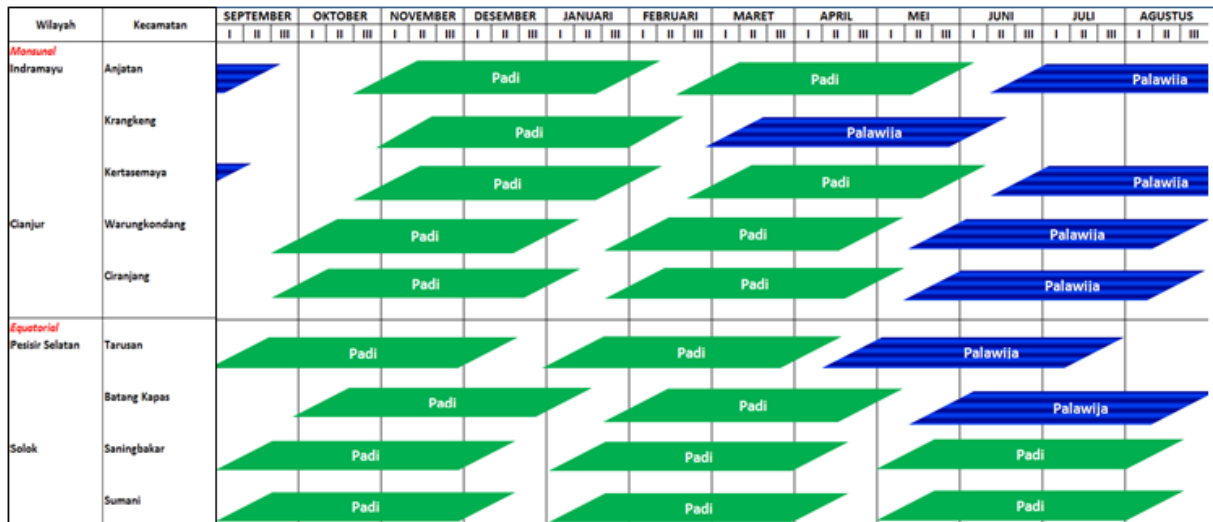
Pengaruh anomali iklim	Periode			
	Desember- Februari	Maret- Mei	Juni- Agustus	September- November
	Luas (%)			
ENSO dan IOD	0.0	0.0	4.2	83.6
ENSO	1.6	0.6	15.7	0.0
IOD	3.4	3.7	26.3	2.8
Tidak terpengaruh ENSO dan IOD	95.0	95.7	53.8	13.6

**Tabel 2.** Luas sawah di Sumatera Barat yang terkena dampak ENSO dan IOD pada berbagai periode

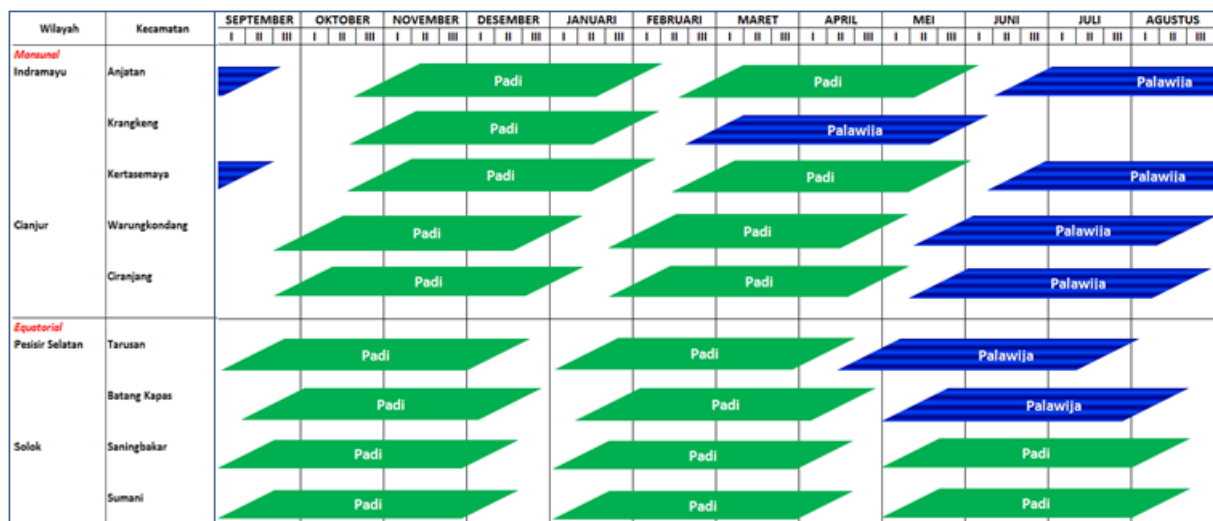
Pengaruh anomali iklim	Periode			
	Desember- Februari	Maret- Mei	Juni- Agustus	September- November
	Luas (%)			
ENSO dan IOD	0.0	0.0	0.0	20.1
ENSO	3.6	2.0	17.5	3.7
IOD	3.4	1.7	0.0	3.3
Tidak terpengaruh ENSO dan IOD	93.0	96.3	82.5	72.9



Gambar 9. Waktu dan pola tanam padi di wilayah monsunal dan equatorial pada tahun normal



Gambar 10. Waktu dan pola tanam padi di wilayah monsunal dan equatorial pada tahun El Niño



Gambar 11. Waktu dan pola tanam padi di wilayah monsunal dan equatorial pada tahun IOD positif

## KESIMPULAN

Pengaruh ENSO dan IOD lebih kuat di wilayah pola hujan monsun dibandingkan dengan equatorial. Kedua fenomena tersebut berpengaruh kuat pada periode September-November. Di wilayah dengan pola hujan monsun, ENSO berpengaruh kuat di sebagian besar wilayah Utara Jawa Barat sedangkan IOD berpengaruh kuat pada sebagian besar wilayah Selatan Jawa Barat.

Di wilayah dengan pola hujan equatorial ENSO dan IOD berpengaruh di sebagian wilayah Barat dan Selatan Sumatera Barat. Sekitar 84% luas sawah di Jawa Barat terdapat pada wilayah yang dipengaruhi ENSO dan IOD secara bersamaan sedangkan di Sumatera Barat hanya sekitar 20%.

Di wilayah monsun terkena dampak, wilayah yang terpengaruh kuat oleh ENSO dan IOD mengakibatkan awal musim tanam mundur 1-3 dasarian dan potensi waktu tanam lebih pendek bila dibandingkan dengan wilayah terkena dampak lainnya, sedangkan di wilayah equatorial pengaruh ENSO dan IOD tidak menunjukkan perbedaan pergeseran waktu tanam.

Adaptasi terhadap anomali iklim lebih jelas di daerah pola curah hujan monsun dengan penyesuaian waktu tanam 2-3 dasarian dan merubah rotasi tanaman dari Padi-Padi-Bera menjadi Padi-Jagung/Kedelai-Bera dan Padi-Padi-Jagung/Kedelai menjadi Padi-Jagung/Kedelai-Bera.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ashok K, Guan Z, Yamagata T. 2001: Impact of the Indian Ocean Dipole on the relationship between the Indian monsoon rainfall and ENSO. *Geophys. Res. Lett.* 28: 4499-4502.
- Kaplan A, Cane MA, Kushnir Y, Clement AC, Blumenthal MB., Rajagopalan B. 1998: Analyses of global sea surface temperature 1856-1991. *J Geophys Res* 103 (18): 567-589.
- Koesmaryono Y, Las I, Aldrian E, Runtunuwu E, Pramudia A, Apriyana Y, Trinugroho W. 2009. Pengembangan Stándar Operasional Prosedur Adaptasi Kalender Tanaman Padi terhadap ENSO-IOD Berbasis Sumberdaya Iklim dan Air. Laporan KKP3T. Litbang Deptan-IPB, Jakarta.
- Las I, Unadi A, Subagyono K, Syahbuddin H, Runtunuwu E. 2007. Atlas of Java cropping calendar. Scale 1:1.000.000 and 1:250.000. Indonesian Agro-Climate and Hydrology Research Institute, Bogor.
- Las I. 2000. Chances of El Niño and La Niña event in 1900-2000. Center for Food Crops Research and Development. IAARD. Bogor.
- Linderholm HW. 2006. Growing season changes in the last century. *Agric For Meteor* 137 (1-2): 1-14.
- Naylor RL, Battisti DS, Vimont DJ, Falcon WP, Burke MB. 2007. Assessing the risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proc Nat Acad Sci USA* 104: 7752-7757.
- Saji NH, Yamagata T. 2003 : Structure of SST and Surface Wind Variability during Indian Ocean Dipole Mode Events : COADS Observations. *J Clim* 16: 2735-2751.
- Saji NH, Goswami BN, Vinayachandran PN, Yamagata T. 1999. A Dipole in the Tropical Indian Ocean. *Nature* 401: 360-363.
- Trenberth KE. 1997. The Definition of El Niño. *Bull Amer Meteorol Soc* 78 (12): 2771-2777.