

Interaksi iklim (curah hujan) terhadap produksi tanaman pangan di Kabupaten Pacitan

Relationship between climate (rainfall) and crop production in Pacitan

SUCIANTINI

Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balitbang Kementan. Jl. Tentara Pelajar No. 1A Cimanggu, Kota Bogor 16111, Jawa Barat, Indonesia.
Tel. +62-251-8312760, Fax. +62-251-8323909, *email: suciantini@yahoo.com.

Manuskrip diterima: 5 Desember 2014. Revisi disetujui: 16 Januari 2015.

Abstrak. Suciantini. 2015. Hubungan antara iklim (curah hujan) dan produksi tanaman pangan di Kabupaten Pacitan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 358-365*. Pertumbuhan dan kualitas tanaman tergantung pada interaksi antara faktor lingkungan dengan faktor genetik tanaman. Faktor genetik berkaitan dengan karakteristik yang biasanya bersifat khas pada tanaman. Sedangkan faktor lingkungan berperan mengontrol potensi tanaman salah satunya adalah iklim/cuaca. Salah satu unsur iklim yang dapat digunakan sebagai indikator dalam kaitannya dengan tanaman adalah curah hujan. Keragaman curah hujan biasanya dikaitkan dengan keragaman hasil tanaman semusim, terutama untuk kondisi Indonesia. Dewasa ini banyak diperbincangkan mengenai terjadinya iklim ekstrim yang berdampak cukup besar terhadap tanaman semusim, terutama tanaman pangan. Tulisan ini memaparkan mengenai fluktuasi produksi dan luas panen tanaman pangan di Kabupaten Pacitan dan kaitannya dengan fluktuasi curah hujan. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Pacitan. Data sekunder diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan dan Peternakan Kabupaten Pacitan, Dinas Binamarga dan Pengairan Kabupaten Pacitan dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) daerah. Data yang dikumpulkan meliputi; varietas, luas tanam, luas panen, data iklim terutama curah hujan harian dan bulanan, serta data kondisi pola tanam di sentra produksi tanaman pangan. Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa luas panen dan produksi cukup terpengaruh dengan kondisi curah hujan terutama pada kondisi terjadi iklim ekstrim seperti El-Nino atau La-Nina.

Kata kunci: Curah hujan, Pacitan, produksi, tanaman pangan

Abstract. Suciantini. 2015. Relationship between climate (rainfall) and crop production in Pacitan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 358-365*. Growth and quality of crops depend on the interaction between environmental and genetic factors. Genetic factors correspond with characteristics that are usually unique to the plants. One of the environmental factors that control the plant's potential is climate/weather. One element of climate that can be used as an indicator in relation to plants is rainfall. Variability of rainfall is usually associated with variability in seasonal crops, especially in Indonesia. It is recently recognized that the occurrence of extreme climate has a significant impact on crops production. This paper describes fluctuation in crop production and crop area related with rainfall fluctuation in Pacitan. Secondary data were obtained from Department of Food Crops and Livestock District Pacitan, Department of Public Works and Irrigation District Pacitan and Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG). Data collected were including crop varieties, planting area, harvested area, and climate data (esp. daily and monthly rainfall), as well as planting pattern in crop production center. The results showed that planting area and crop production was moderately affected by the rainfall, mainly in extreme climatic conditions such as the El Nino or La Nina.

Keywords: Crops, Pacitan, production, rainfall

PENDAHULUAN

Salah satu komponen lingkungan yang merupakan faktor penentu keberhasilan suatu usaha budidaya tanaman adalah iklim/cuaca. Interaksi antara iklim/cuaca sebagai faktor lingkungan dengan faktor genetik tanaman akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kualitas tanaman. Faktor genetik berkaitan dengan karakteristik yang biasanya bersifat khas pada tanaman, seperti kondisi batang, bentuk bunga, bentuk daun dan sebagainya.

Iklim perlu mendapat perhatian yang lebih serius mengingat pengaruhnya terhadap hampir semua aspek pertanian, sehingga sangat berperan terhadap perencanaan

jangka pendek maupun jangka panjang, terlebih lagi pada kondisi terjadinya perubahan iklim atau kejadian iklim ekstrim. Kejadian perubahan iklim sebagaimana diproyeksikan oleh model-model iklim abad 21 mempunyai potensi secara signifikan mengubah kondisi produksi. IPCC (2007) menjelaskan bahwa curah hujan rata-rata global meningkat 2% dalam 100 tahun terakhir. Hal ini menegaskan bahwa perubahan iklim mungkin terjadi.

Terjadinya iklim ekstrim berdampak cukup besar terhadap tanaman semusim, terutama tanaman pangan. Salah satu unsur iklim yang dapat digunakan sebagai indikator dalam kaitannya dengan tanaman adalah curah

hujan. Mengingat curah hujan merupakan unsur iklim yang fluktuasinya tinggi dan pengaruhnya terhadap produksi tanaman cukup signifikan. Jumlah curah hujan secara keseluruhan sangat penting dalam menentukan hasil (Anwar et al. 2015), terlebih apabila ditambah dengan peningkatan suhu, peningkatan suhu yang besar dapat menurunkan hasil. Peningkatan curah hujan di suatu daerah berpotensi menimbulkan banjir, sebaliknya jika terjadi penurunan dari kondisi normalnya akan berpotensi terjadinya kekeringan. Kedua hal tersebut tentu akan berdampak buruk terhadap metabolisme tubuh tanaman dan berpotensi menurunkan produksi, hingga kegagalan panen. Menurut Latiri et al (2010), curah hujan berkorelasi tinggi terhadap komponen hasil. Studi Latiri et al (2010) di Tunisia, menunjukkan bahwa komponen hasil sangat dipengaruhi oleh kondisi curah hujan pada musim gugur, yang menunjukkan pentingnya tahap pertumbuhan awal. Air merupakan faktor pembatas utama di wilayah semi arid, hal itu ditunjukkan tidak saja dari produksi per hektarnya, tetapi juga dari total luas panen.

Kejadian iklim ekstrim yang mempengaruhi curah hujan, banyak dikaitkan dengan kondisi ENSO. Karakteristik ENSO diwakili oleh kondisi curah hujan pada tahun-tahun El-Nino dan La-Nina, yaitu pada saat kondisi curah hujan menyimpang dari kondisi normalnya. Pada saat terjadi El-Nino, curah hujan di wilayah Indonesia umumnya akan berada di bawah normal (di bawah rata-rata jangka panjangnya). Sebaliknya pada saat terjadi La-Nina, curah hujan akan berada di atas normalnya (di atas rata-rata jangka panjangnya). Pada saat terjadi La-Nina, curah hujan turun lebih awal dan dalam selang waktu yang lebih

lama sehingga waktu tanam padi bisa lebih awal bahkan dapat dilakukan sepanjang tahun. Untuk pertanaman padi, biasanya kondisi La-Nina dianggap cukup menguntungkan dengan tersedianya air yang cukup untuk pertanaman. Namun di sisi lain, kemungkinan terjadi banjir juga perlu diwaspadai. Pada peristiwa El-Nino, semakin kuat kejadian El-Nino maka curah hujan maksimum menjadi mundur waktunya dibandingkan pada kondisi normal. El-Nino dapat menyebabkan lambatnya onset dan mundurnya awal musim hujan (Lansigan et al. 2000). Hal lain yang harus diwaspadai adalah terjadinya penurunan curah hujan yang cukup signifikan pada kejadian El-Nino kuat terutama pada bulan-bulan di musim hujan (mulai bulan Oktober).

Keragaman curah hujan biasanya dikaitkan dengan keragaman hasil tanaman semusim yang dicerminkan dalam bentuk produksi atau produktivitas. Tulisan ini memaparkan mengenai fluktuasi curah hujan dan pengaruhnya terhadap produksi dan luas panen tanaman pangan di Kabupaten Pacitan.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Kegiatan dilaksanakan di Kabupaten Pacitan (Gambar 1). Kabupaten Pacitan mempunyai 12 kecamatan; yaitu Arjosari, Bandar, Donorojo, Kebonagung, Nawangan, Ngadirojo, Pacitan, Pringkuku, Punung, Sudimoro, Tegalombo dan Tulakan.



Gambar 1. Dua belas kecamatan di Kabupaten Pacitan

Cara kerja

Pengumpulan data. Data sekunder dikumpulkan dari dinas pertanian kabupaten (Dinas Tanaman Pangan dan Peternakan Kabupaten Pacitan tahun 2007 hingga 2011), Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Pacitan dan BMKG daerah, diantaranya adalah data varietas, kebiasaan budidaya petani, bencana iklim, luas tanam dan panen, dan curah hujan harian dan bulanan. Pengumpulan data di sentra produksi tanaman pangan serta data iklim dari instansi terkait dimaksudkan untuk mengetahui potensi curah hujan dalam kondisi iklim normal, basah, dan kering. Selain itu, untuk mengetahui perubahan kondisi ENSO, dikumpulkan data SST Nino 4.

Data yang diperoleh kemudian direkapitulasi dan diolah secara statistik deskriptif dan disajikan hasilnya dalam bentuk tabulasi atau grafik sesuai kebutuhan analisis.

Analisis data

Analisis data yang dilakukan adalah analisis curah hujan, analisis produktivitas berkaitan dengan perubahan iklim dan lain-lain, sebagai berikut: (i) Untuk mengetahui keragaman iklim secara jangka panjang, dibuat keragaman musiman curah hujan dengan menggunakan data hujan pada wilayah Kabupaten Pacitan. Pada tahun-tahun El-Nino, Normal dan La-Nina dilihat bagaimana pergeserannya. (ii) Untuk mengetahui keragaman musiman produksi padi, digunakan data produktivitas jangka panjang. Dilihat bagaimana perubahannya pada tahun-tahun El-Nino, Normal dan La-Nina.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kabupaten Pacitan terletak di bagian paling barat daya Propinsi Jawa Timur dan berada di kawasan pantai selatan Pulau Jawa berbatasan langsung dengan Propinsi Jawa Tengah, memiliki luas wilayah daratan 1.419, 44 Km². Letak geografis Kabupaten Pacitan berada antara 110°55' – 111°25' Bujur Timur dan 7°55' – 8°17' Lintang Selatan. Kabupaten Pacitan secara administratif terbagi dalam 12 kecamatan, 5 kelurahan dan 159 desa. Sekitar 21% dari luas Kabupaten Pacitan adalah kawasan pegunungan kapur (kars) dengan topografi: 85% wilayah berbukit sampai bergunung, 10% bergelombang, dan 5% wilayah datar.

Berdasarkan data dari Dinas Tanaman Pangan dan Peternakan Kabupaten Pacitan (2009) diketahui bahwa dari 12 Kecamatan di Kabupaten Pacitan, semua kecamatan melakukan pertanian tanaman pangan dengan persentase terbesar di Kecamatan Nawangan (15%), Kebon Agung dan Tulakan (14%). Persentase tersebut didasarkan kepada luas sawah yang diusahakan pada setiap kecamatan (Gambar 2). Di samping penanaman pada lahan sawah, penanaman tanaman pangan di lahan kering juga diusahakan, bahkan lebih luas daripada lahan sawah. Gambar 3 memperlihatkan hamparan lahan sawah dan lahan kering di Kabupaten Pacitan.

Varietas yang banyak digunakan di Kabupaten Pacitan adalah IR 64, Sembada, Ciharang, Cibogo, Situ Bagendit,

Intani dan Slegreng (padi lokal). Pada umumnya penanaman pada MT-1 adalah >90% padi monokultur, dan hanya sebagian kecil yang menanam padi ditumpangsarikan dengan palawija. Tanaman pada MT II, lebih bervariasi, karena pada umumnya petani sudah memahami kesulitan pengairan untuk pertanaman padi, meskipun untuk sebagian kecil wilayah ada yang mengusahakan padi bahkan hingga pertanaman ke 3, seperti di Desa Candi Kecamatan Pringkuku. Produksi bervariasi dari 2-8 ton/ha.

Pola tanam pada lahan sawah tadah hujan, umumnya adalah padi-palawija/sayuran dan padi-bera. Penanaman dimulai bulan Desember atau Januari. Di lahan kering penanaman lebih cepat, umumnya sekitar pertengahan bulan November dengan pola tanamnya adalah 1. padi gogo+palawija – palawija, 2. padi gogo+palawija-bera, 3. palawija-palawija-bera dan 4. palawija saja. Luasan yang menanam palawija saja di lahan kering merupakan luasan terbesar. Lahan kering ditanami padi gogo, jagung, ubi kayu, kacang tanah, kacang hijau, kedelai, ubi jalar dan sorgum. Untuk lahan kering selain padi gogo, ubi kayu mendominasi penanaman. Ubi kayu ditanam pada musim tanam kedua setelah padi. Ubi kayu dipanen pada saat menjelang musim hujan, dimana penanaman padi pada musim hujan akan dimulai.

Curah hujan di Pacitan

Untuk mengetahui sejauhmana respon atau hubungan antara curah hujan di Kabupaten Pacitan dengan ENSO, maka dilihat pola hujan berdasarkan tahun-tahun Normal, El-Nino dan La-Nina. Pada tahun Normal, curah hujan >200 mm terjadi pada bulan November hingga bulan Maret (Gambar 4). Sedangkan pada tahun-tahun La-Nina, curah hujan maksimum terjadi pada bulan November (Gambar 4).

Kecamatan Kebonagung merupakan kecamatan yang paling basah dengan hanya memiliki rata-rata dua bulan kering per tahunnya. Sedangkan wilayah yang paling kering di Pacitan, dengan 5 bulan kering terjadi di Kecamatan Arjosari, Pacitan, Pringkuku, Punung dan Tegalombo (Gambar 5).

Luas panen dan produksi di Pacitan

Untuk melihat bagaimana produktivitas tanaman pangan di Kabupaten Pacitan disajikan melalui luas panen dan produksi pada Gambar 6 hingga 11.

Hasil panen dan produksi di Pacitan kaitannya dengan curah hujan

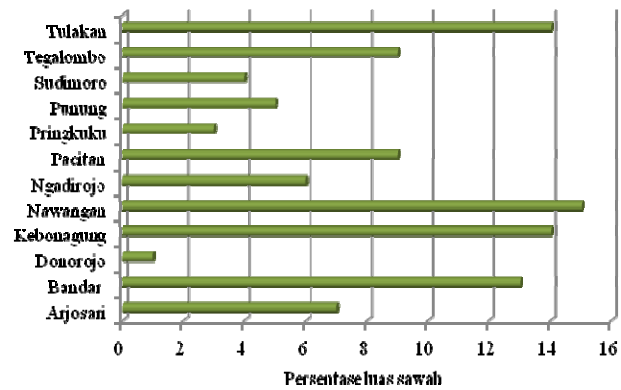
Untuk kaitan curah hujan dengan produktivitas tanaman pangan di Kabupaten Pacitan disajikan melalui jenis komoditas, yaitu: padi, jagung dan ubi kayu, kacang tanah dan kedelai pada Gambar 12 hingga 14.

Pembahasan

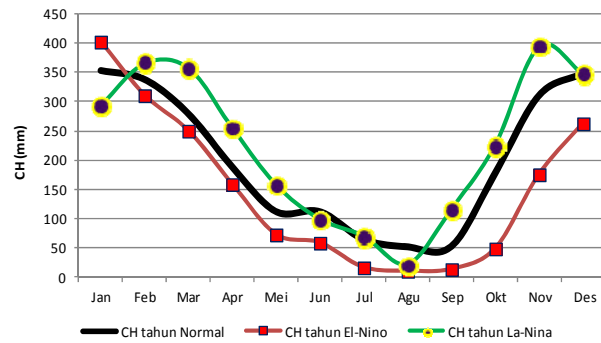
Berdasarkan gambaran pola hujan setiap kecamatan di Pacitan, terlihat bahwa Pacitan seperti halnya wilayah Pulau Jawa lainnya, termasuk dalam pola monsunial dengan satu puncak hujan (Gambar 4 dan 5). Curah hujan setiap kecamatan bervariasi pada jeluk hujannya dengan bulan

kering antara 2 hingga 5 bulan, dengan rata-rata bulan kering 4 bulan dan puncak hujan umumnya terjadi pada bulan Januari (Gambar 5). Kabupaten Pacitan merupakan salah satu kabupaten yang cukup kering di Provinsi Jawa Timur. Menurut Wahab et al. (2007) bahwa pada pada Musim Tanam 2002/2003, terjadi musim kemarau panjang yang menyebabkan kekeringan dan puso dan terjadi kehilangan hasil produksi padi sekitar 67.56%.

Suciantini (2012) menyatakan bahwa curah hujan mempunyai hubungan yang cukup erat dengan ENSO. Hasil korelasi antara curah hujan yang diwakili awal musim hujan dengan ENSO, yaitu SST Nino 4, memperlihatkan keterkaitan awal musim hujan yang nyata terpengaruh SST Nino 4 pada hampir seluruh kecamatan di Kabupaten Pacitan. Tingkat keragaman data awal musim hujan dalam kaitannya dengan SST Nino 4 diperlihatkan dengan cukup besarnya kisaran koefisien determinasi terkoreksi untuk kecamatan-kecamatan di Pacitan terutama di Kecamatan Tulakan, yaitu sebesar 0.4025. Berdasarkan nilai p-value yang diperoleh, awal musim hujan pada sebagian besar kecamatan nyata dan sangat nyata dipengaruhi oleh SST Nino 4. Hanya satu kecamatan yang memperlihatkan nilai yang berbeda. Penetapan SST Nino 4 dilakukan karena wilayah ini yang paling dekat dengan Indonesia, juga terbukti memiliki pengaruh yang nyata terhadap kondisi curah hujan di Indonesia. Data SST Nino 4 yang digunakan adalah data SST bulan Agustus. Hal ini diacu dari hasil penelitian Boer et al. (2010) yang menyatakan bahwa fenomena ENSO sangat kuat pengaruhnya terhadap keragaman hujan musim transisi, maka kemampuan untuk memprakirakan (forecast skill) masuknya awal musim hujan dengan menggunakan indeks ENSO bulan-bulan awal pembentukannya (Juni hingga September) cukup tinggi.



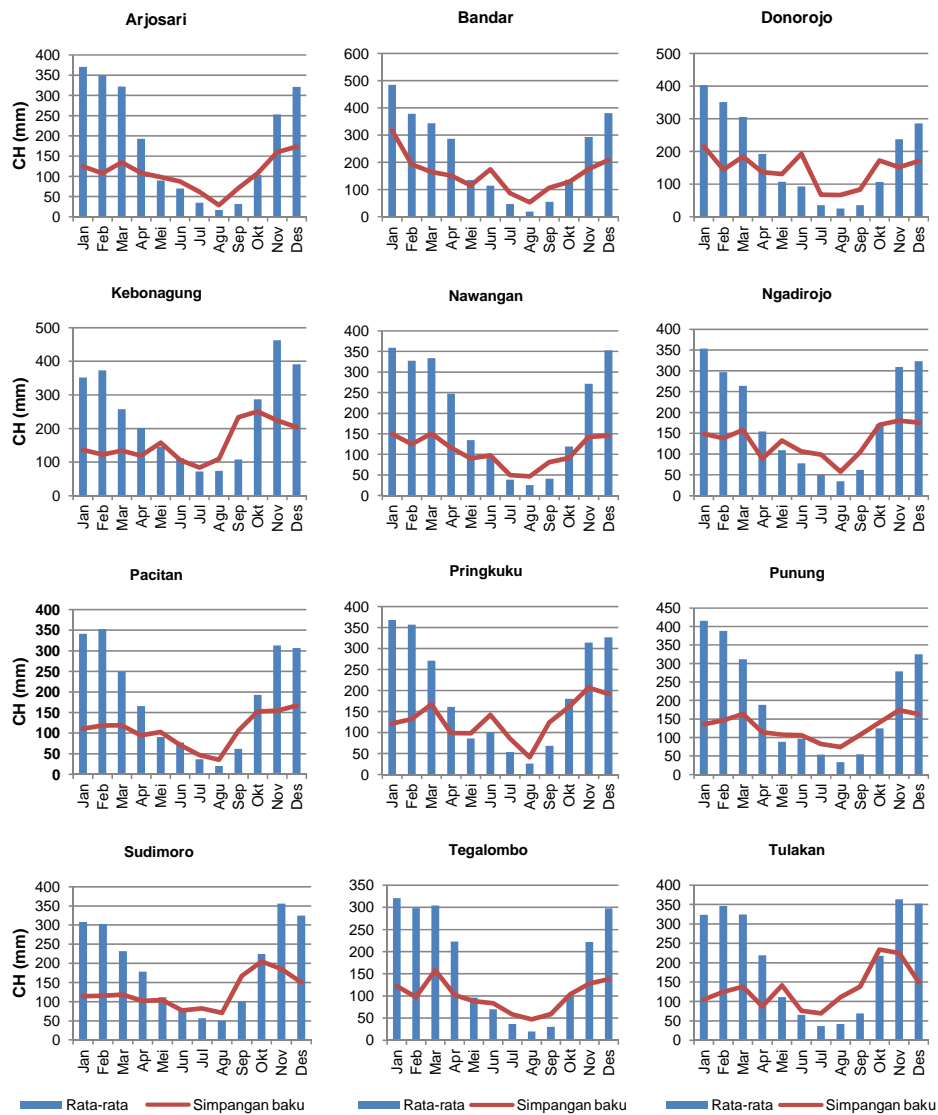
Gambar 2. Persentase luas sawah setiap kecamatan di Kabupaten Pacitan



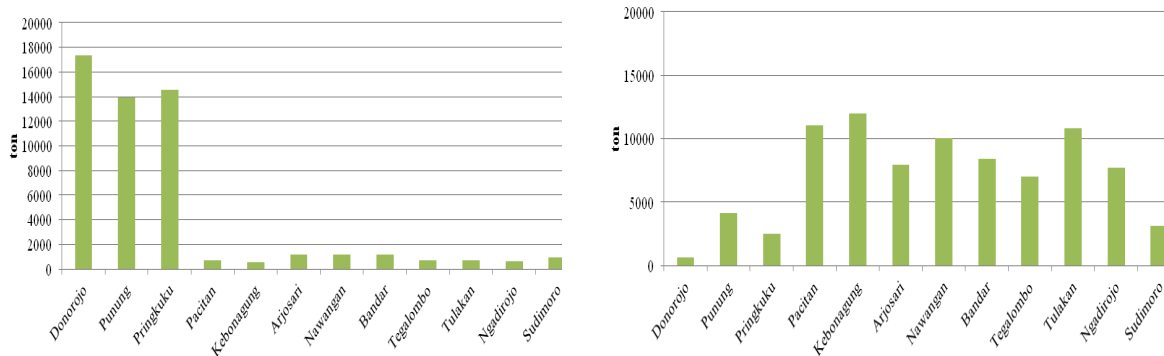
Gambar 4. Pola CH Pacitan tahun Normal dan tahun-tahun terjadinya ENSO



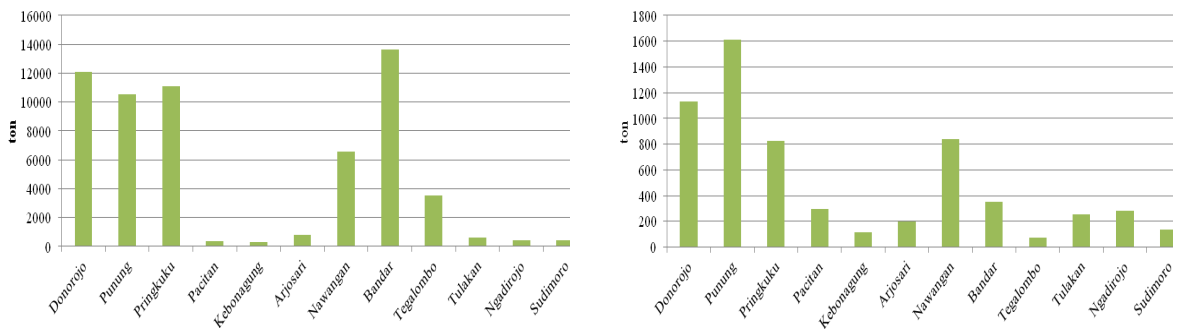
Gambar 3. Hamparan lahan sawah (kiri) dan lahan kering (kanan) di Kabupaten Pacitan



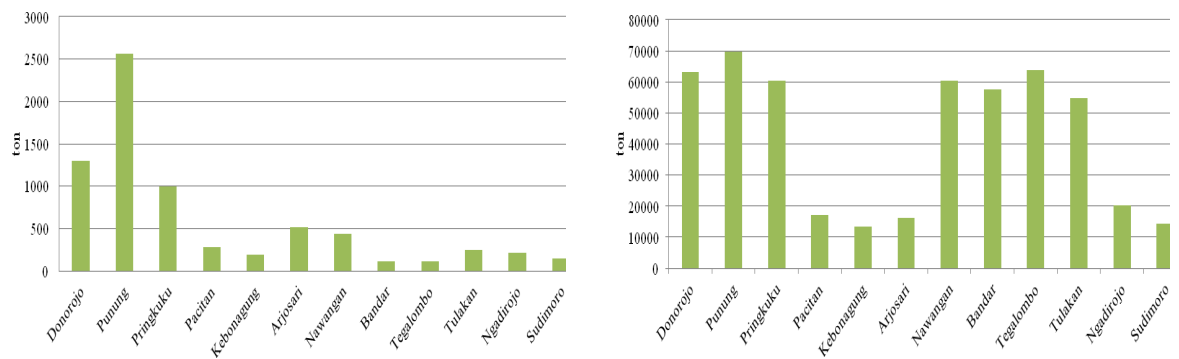
Gambar 5. Pola hujan dan simpangan baku setiap kecamatan di Kabupaten Pacitan



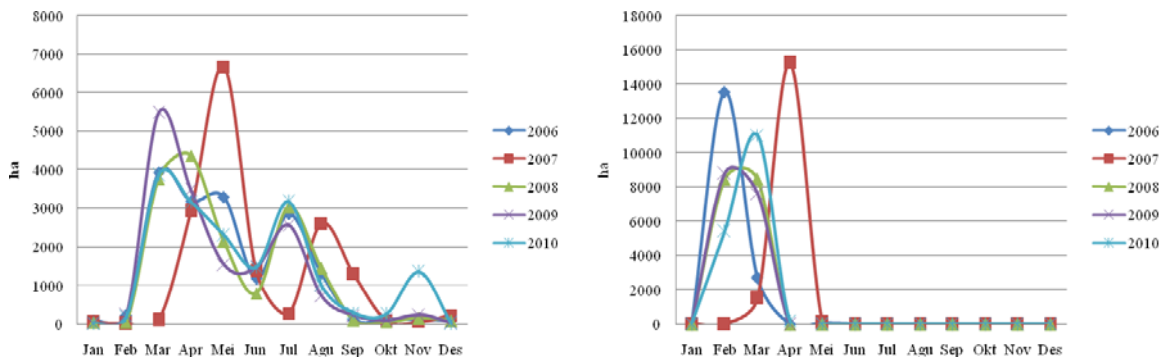
Gambar 6. Rata-rata produksi padi ladang (kiri) dan padi sawah (kanan) GKG setiap kecamatan



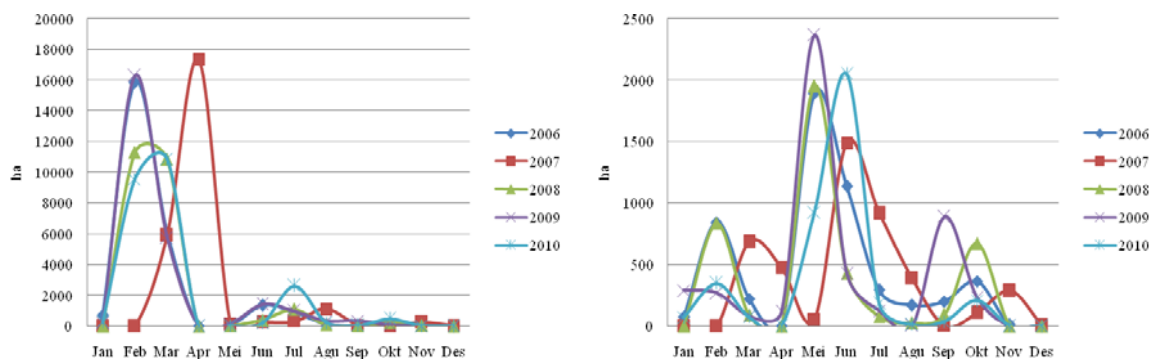
Gambar 7. Rata-rata produksi jagung (kiri) dan kedelai (kanan) setiap kecamatan



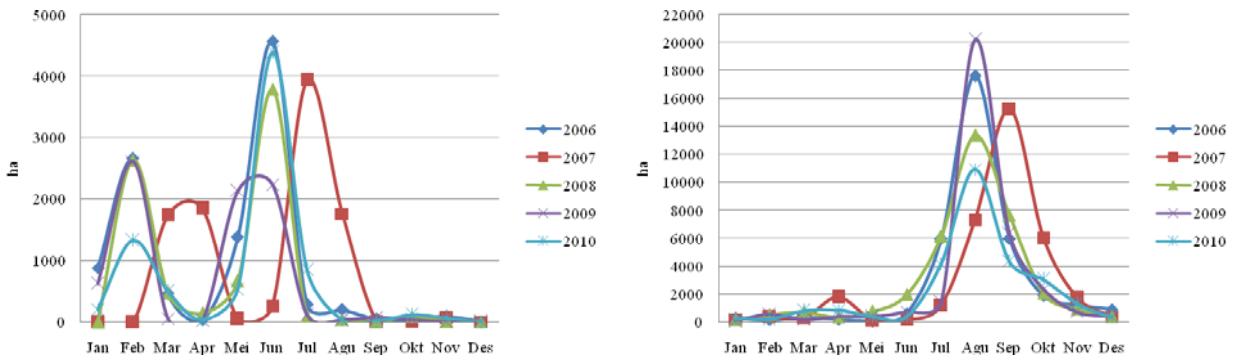
Gambar 8. Rata-rata produksi kacang tanah (kiri) dan ubi kayu (kanan) setiap kecamatan



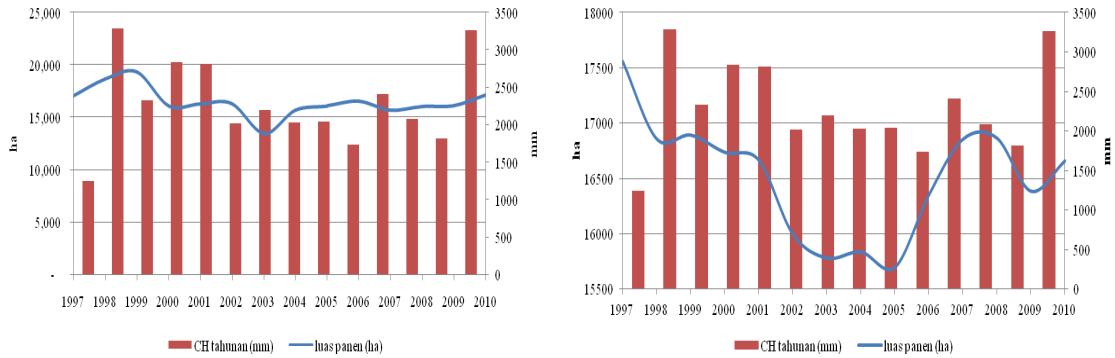
Gambar 9. Luas panen padi sawah (kiri) dan padi ladang (kanan) bulanan dari tahun 2006 hingga 2010 di Kabupaten Pacitan



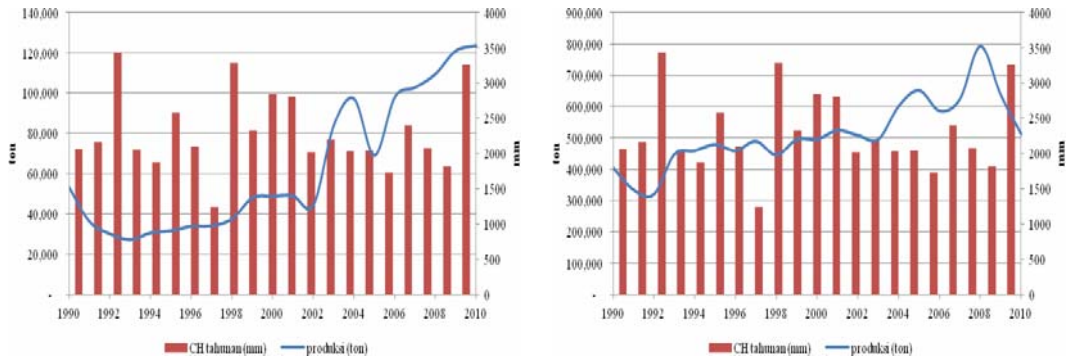
Gambar 10. Luas panen jagung (kiri) dan kedelai (kanan) bulanan dari tahun 2006 hingga 2010 di Kabupaten Pacitan



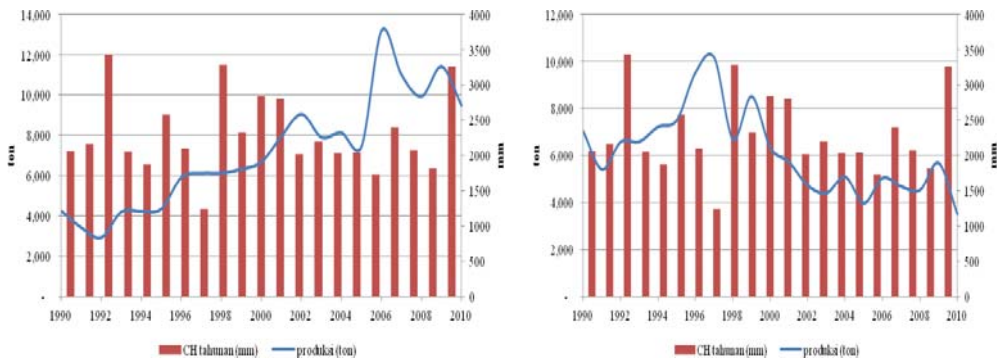
Gambar 11. Luas panen kacang tanah (kiri) dan ubi kayu (kanan) bulanan dari tahun 2006 hingga 2010 di Kabupaten Pacitan



Gambar 12. Curah hujan tahunan dan luas panen padi sawah (kiri) dan padi ladang (kanan)



Gambar 13. Curah hujan tahunan dan produksi jagung (kiri) dan ubi kayu (kanan)



Gambar 14. Curah hujan tahunan dan produksi kacang tanah (kiri) dan kedelai (kanan)

Pada saat kejadian El-Nino berlangsung, Indonesia mengalami masa kekeringan, yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi pertanian, karena turunnya pasokan air hujan. Kerap kali musim hujan mundur dari waktu normalnya, dan curah hujan turun dalam selang yang lebih singkat dibanding pada kondisi normalnya, yang implikasinya terhadap sektor pertanian terutama tanaman pangan menyebabkan kerugian pertanaman. Kekeringan yang terjadi di Desa Pringkuku misalnya, terutama terjadi pada MT 2005/06 yang menyerang tanaman kedelai dan jagung. Luasan lahan usahatani yang mengalami kekeringan pada MT 2005/06 hanya terjadi pada MT-3. Kerugian yang ditimbulkannya berupa penurunan produksi sebesar 58,7% (Wahab 2007). Sedangkan pada tahun 2007 (Gambar 9 hingga 11) terlihat bahwa waktu panen lebih lambat daripada tahun-tahun lainnya pada semua komoditas. Hal tersebut terjadi karena awal tanam pada tahun 2006 terutama pada musim hujan lebih lambat daripada tahun-tahun lainnya. Mundurnya penanaman pada tahun 2006, berakibat mundurnya panen pada 2007. Hal tersebut terjadi karena lebih rendahnya curah hujan pada tahun tersebut.

Berdasarkan data luas panen bulanan Pacitan tahun 2006 hingga 2010 (sumber data dari Dinas Tanaman Pangan dan Peternakan Kabupaten Pacitan tahun 2007 hingga 2011) terlihat bahwa untuk padi sawah, persentase panen terbesar pada bulan Februari hingga Mei, untuk penanaman musim hujan, dan kemudian mengalami penurunan pada bulan-bulan berikutnya. Umumnya penanaman 2 kali setahun, kecuali pada tahun 2010, karena curah hujan cukup tinggi sepanjang tahun (Gambar 9). Sedangkan untuk padi gogo, penanaman dilakukan sekali setahun, dan panen dari bulan Januari hingga Mei. Pada tahun 2007 terjadi pergeseran puncak tanam yaitu pada bulan April, namun demikian luas panen lebih tinggi dibanding bulan lainnya, karena pada tahun tersebut terjadi La-Nina. Hal tersebut sejalan dengan yang dinyatakan oleh Latiri et al (2010) bahwa produksi tanaman sangat berkorelasi dengan curah hujan pada saat musim tanam.

Dari informasi luas panen dan luas tanam terlihat bahwa sentra produksi padi untuk Kabupaten Pacitan adalah Kecamatan Pringkuku, Punung dan Donorojo. Ketiga kecamatan tersebut lebih dominan mengusahakan padi di lahan kering daripada di lahan sawah. Karena memiliki lahan kering yang luas, maka selain mengusahakan padi, Kabupaten Pacitan juga mengusahakan tanaman pangan lain, seperti jagung, kacang tanah, kedelai, ubi kayu dan lain-lain. Dari beberapa tanaman pangan non padi tersebut, ubi kayu ditanam paling luas, terutama pada tiga kecamatan penghasil padi gogo, yaitu Donorojo, Punung dan Pringkuku. Mengingat ketiga lokasi yang berada di sebelah Barat Pacitan ini memiliki kondisi iklim yang relatif mirip. Ubi kayu biasa dipanen puncaknya pada bulan Agustus hingga September. Luas panen dan produksi ubi kayu mengalami kenaikan cukup signifikan mulai tahun 2003 (Gambar 13), kecuali pada tahun 2009-2010 mengalami penurunan, hal tersebut terjadi karena lahan yang biasa ditanami ubi kayu, beralih ditanami padi,

mengingat hujan berlangsung terus hingga penanaman musim tanam ketiga (Suciantini 2012). Kejadian El-Nino pada tahun 1997 di Pacitan terlihat menurunkan produksi pada tanaman padi (Gambar 14), sedangkan pada tanaman pangan lain tidak terlalu signifikan. Hal tersebut terjadi karena kebutuhan air non padi lebih sedikit dibanding tanaman padi.

Terdapat hubungan yang cukup erat antara keanekaragaman hayati (biodiversitas) dengan curah hujan, seperti dijelaskan Di Falco et al. (2010) yang menyatakan bahwa sejumlah tanaman berkorelasi positif dengan curah hujan secara langsung. Hal itu menunjukkan bahwa jika hujan tersedia lebih banyak, maka akan lebih banyak lagi tanaman yang dapat ditumbuhkan, atau areal tanam yang dapat diperluas. Demikian pula halnya untuk studi di Kabupaten Pacitan, pada kondisi curah hujan yang meningkat, maka akan lebih banyak lahan yang dapat ditanami. Pemilihan komoditas disesuaikan dengan ketersediaan air atau kecukupan air tanaman. Hal yang juga penting diperhatikan dalam kaitan biodiversitas adalah varietas tanaman yang digunakan, juga keberadaan varietas lokal. Kejadian iklim ekstrim dapat saja mengurangi populasi tanaman tertentu (Vittoz et al 2013), dalam hal ini penting untuk menjaga varietas lokal tetap terjaga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Rizaldi Boer dari Departemen Geofisika dan Meteorologi IPB Bogor dan Direktur CCRUM IPB Bogor dan Dr. Agus Buono dari Departemen Ilmu Komputer IPB Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Boer R, Buono A, Suciantini. 2010. Pengembangan Kalender Tanam Dinamik sebagai alat dalam menyesuaikan pola tanam dengan prakiraan iklim musiman. [Laporan Hasil Penelitian I-MHERE B2C-IPB], Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Anwar MR, Liu DL, Farquharson R, Macadam I, Abadi A, Finlayson J, Wang B, Ramilan T. 2015. Climate change impacts on phenology and yields of five broadacre crops at four climatologically distinct locations in Australia. *Agricultural Systems* 132: 133-144.
- Di Falco S, Bezabih M, Yesuf M. 2010. Seeds for livelihood: Crop biodiversity and food production in Ethiopia (Analysis). *Ecological Economics* 69: 1695-1702.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lansigan FP, Santos WLDL, Coladilla JO. 2000. Agronomic impacts of climate variability on rice production in the Philippines. *Agric Ecosyst Environ* 82: 129-137.
- Latiri K, Lhomme JP, Annabi M, Setter TL. 2010. Wheat production in Tunisia: progress, inter-annual variability, and relation to rainfall. *Eur J Agron* 33: 33-42
- Suciantini. 2012. Pengelolaan risiko iklim untuk sistem usaha tani berbasis padi melalui pemanfaatan Kalender Tanam Dinamik. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Vittoz P, Cherix D, Gonthier Y, Lubini V, Maggini R, Zbinden N, Zumbach S. 2013. Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: a review. *J Nat Conserv* 21: 154-162.
- Wahab MI, Antoyo, Boer R. 2007. Farming system and climate related problems at Pacitan District, East Java. [CAPaBle Report]. Bogor.