

# PENENTUAN FUNGSI RISIKO PADA PENGELOLAAN RISIKO IKLIM UNTUK MENDUKUNG KALENDER TANAM DINAMIK

*Determination of Risk Functions in Climate Risk Management to Support Dynamic Planting Calendar*

SUCIANTINI<sup>1</sup>, RIZALDI BOER<sup>2</sup>, AGUS BUONO<sup>3</sup>, DAN IRSAL LAS<sup>4</sup>

Naskah Diterima 30 Mei 2012; Hasil Evaluasi 10 September 2012; Hasil Perbaikan 5 November 2012

## ABSTRAK

Sejak tahun 2010 dirintis pengembangan model kalender tanam dinamik. Salah satu pendekatan model kalender tanam dinamik adalah jejaring pengambilan keputusan (*Decision Network*). *Decision Network* (DN) dapat diaplikasikan sebagai strategi penyesuaian bentuk pola tanam dengan prakiraan musim, untuk mengatasi masalah kekeringan. Kekeringan yang mungkin terjadi adalah kekeringan pada tanaman kedua apabila jadwal tanam mundur akibat sifat hujan di bawah normal, atau awal musim hujan mengalami keterlambatan dari normalnya. Analisis yang dilakukan adalah analisis karakteristik ENSO dan hubungannya dengan sifat hujan dan kekeringan. Pendekatan lain adalah penghitungan fungsi risiko dengan menggunakan *decision network* dan *fuzzy inference system* (FIS). Berdasarkan hasil analisis karakteristik ENSO, diketahui bahwa pada saat kejadian El-Nino, Pacitan kerap mengalami masa kekeringan. Kerap kali musim hujan mundur dari waktu normalnya, dan curah hujan turun dalam selang yang lebih singkat dibanding pada kondisi normalnya. Implikasinya terhadap sektor pertanian terutama tanaman pangan menyebabkan kegagalan panen yang akhirnya menimbulkan kerugian pertanaman. Hasil dari fungsi risiko dengan *decision network* diantaranya, kombinasi D1-K1 (*decision* pada saat kekeringan k1), menunjukkan kombinasi penanaman padi-padi pada saat awal musim hujan. Pada kombinasi ini risiko kekeringan pada musim kemarau (penanaman kedua) dapat dihindari, sehingga produksi diharapkan berada pada kondisi yang optimal. Umumnya kombinasi D4-K4 (*decision* pada saat kekeringan k4), merupakan kombinasi yang menunjukkan luas kekeringan yang terbesar (contoh pada fungsi risiko Kecamatan Arjosari). Hal ini dapat terjadi apabila penanaman masih cukup banyak dilakukan, padahal waktu tanam terlambat/mundur hingga tiga bulan sesudah awal musim. Berdasarkan fungsi keanggotaan dan penetapan *rule* dengan menggunakan FIS, dapat diperoleh gambaran/prediksi kekeringan yang mungkin terjadi. Misal, jika SOI = 0, PMH = 16, CHMK = 300, maka kekeringan yang mungkin terjadi adalah seluas 23,3 ha. Namun demikian penetapan *rule* perlu menggunakan logika yang baik, sehingga dapat diperoleh kepekaan dalam penentuan/prediksi kekeringan yang diperoleh.

*Kata kunci* : Risiko iklim, Fungsi risiko, Fungsi utilitas, Kalender Tanam Dinamik

## ABSTRACT

The development of dynamic planting calendar models was begun since 2010. One approach to model the dynamic planting calendar is a Decision Network. Decision Network (DN) can be applied as an adjusted strategic form of cropping patterns with forecasted season to overcome the drought problem. The

drought that may occur is at the second planting season if the planting schedules is delayed due to the rainfall is below normal, or the beginning of the rainy season is delayed. The analysis conducted is the ENSO characteristics and its relation to the nature of rain and drought. Another approach is the calculation of the risk function by using a decision network and fuzzy inference system (FIS). Based on the analysis the ENSO characteristics, it is known that at the time of the El-Nino, Pacitan is often experiencing drought. Rainy season often retreats from normal time, and the rainfall falls in a shorter interval than in normal conditions. It implicates to the agricultural sector, especially food crops which causes crop failures that eventually lead to crop losses. The results of the risk function using network decision, the combination of D1-K1 (decision when drought k1), showed the combination of paddy-paddy cropping pattern at the beginning of the rainy season. In this combination the risk of drought in the dry season (second planting) can be avoided, so that production is expected to be in the optimal condition. Generally a combination of D4-K4 (decision when drought k4), is a combination that shows the greatest wide drought (the example in risk function of Arjosari Sub-District). This occurs when the planting is still conducted very often although at the planting time is delayed three months after the start of the season. Based on the membership functions and rule by using the FIS, it can be obtained the description/prediction of drought that may occur. For example, if the SOI = 0, length of rainfall season = 16, rainfall in dry season = 300, then the drought that may occur is an area of 23.3 ha. However, applying the rule needs to use proper logic, so that the sensitivity in determination/prediction of drought can be obtained.

*Keywords* : Climate risk, Risk function, Utility function, Dynamic planting calendar

## PENDAHULUAN

Salah satu informasi penting dalam kaitan dengan penjadwalan penanaman petani adalah kalender tanam. Manfaat dari kalender tanam adalah

1. Peneliti pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
2. Guru Besar pada Departemen Geofisika dan Meteorologi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor.
3. Ketua Departemen Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor.
4. Peneliti pada Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.

untuk memandu petani dalam menyesuaikan waktu dan pola tanam, mengingat pentingnya jadwal penanaman, mulai dari masa persiapan tanah, penanaman, dan panen. Informasi kalender tanam merupakan salah satu bagian dari teknik adaptasi dalam menghadapi perubahan iklim. Teknologi adaptasi ditujukan untuk melakukan penyesuaian terhadap dampak dari perubahan iklim untuk mengurangi risiko kegagalan produksi pertanian. (Surmaini *et al.*, 2011).

Berkaitan dengan risiko pertanian, perlu diperhatikan mengenai manajemen risiko untuk meminimalkan kerugian yang mungkin terjadi dan dialami petani (Anderson, 2003; Aimin, 2010; Yang, 2010; Gil *et al.*, 2011; Kalogeras *et al.*, 2012). Menurut Teymouri dan Ashoori (2011) manajemen risiko melibatkan identifikasi potensi risiko, mengukur, memantau dan mengendalikannya dalam suatu organisasi untuk memenuhi strategi, tujuan dan penyebab untuk mengurangi efek yang tidak diinginkan dalam suatu kegiatan tertentu.

Informasi kalender tanam sudah mulai disusun oleh Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian sejak tahun 2007 dan dikembangkan setiap tahun (Runtuwuu dan Syahbuddin, 2011). *Input* awal dari kalender tanam yang telah dilakukan adalah peta kalender tanam. Peta ini menggambarkan potensi pola tanam dan waktu tanam tanaman semusim, terutama padi, berdasarkan potensi dan dinamika sumberdaya iklim dan air. Peta kalender tanam ini dapat menjadi panduan operasional baik bagi penyuluh pertanian maupun petani secara berkelanjutan. Namun demikian pada awal penyusunannya tahun 2007 hingga tahun 2010 kalender tanam yang sudah tersedia tersebut, baru berdasarkan evaluasi data historis dan membagi tiga bentuk pola tanam rekomendasi pada tahun ENSO dan tahun normal (Las *et al.*, 2007), dan belum menggunakan hasil prediksi maupun mempertimbangkan karakteristik ENSO, baik pada durasi maupun intensitas dan belum bersifat dinamis. Sejak tahun 2011, mulai digunakan hasil prakiraan iklim BMKG yang

dimasukkan dalam kalkulasi perhitungan kalender tanam yang digunakan. Analisis yang dilakukan adalah menata hasil prakiraan iklim BMKG yang diperoleh dalam bentuk ZOM (zona musim) diubah dalam satuan kecamatan. Sehingga informasi prakiraan musim yang dikeluarkan merupakan informasi dengan unit terkecil kecamatan.

Sejak tahun 2010 dirintis pengembangan model kalender tanam dinamik, yang mengakomodasi sifat dinamik perubahan variabel lain penentu sifat iklim, seperti fase SOI. Salah satu pendekatan model kalender tanam dinamis adalah jejaring pengambilan keputusan (*decision network*). Dalam *decision network* (DN), keputusan pemilihan pola ditetapkan berdasarkan informasi iklim dan informasi lainnya yang diperoleh sebelum keputusan dibuat (Bubno *et al.*, 2010). Informasi dimaksud diantaranya indeks SOI yang dapat digunakan sebagai indikator tentang kemungkinan perubahan awal masuk musim hujan, prakiraan panjang musim hujan atau sifat hujan pada musim tanam. Hal itu sejalan dengan pendapat Lo *et al.* (2007) dan Robertson *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa awal musim serta kekuatan dan durasi dari musim hujan merupakan karakteristik kunci dari keragaman hujan dan berkaitan dengan kuat pada keragaman pola ENSO.

*Decision network* (DN) dapat diaplikasikan sebagai strategi penyesuaian bentuk pola tanam dengan prakiraan musim, untuk mengatasi masalah kekeringan yang mungkin terjadi pada tanaman ke dua apabila sifat hujan di bawah normal, atau awal masuk musim hujan mengalami keterlambatan dari normal sehingga jadwal penanaman kedua mundur. *Decision network* yang dihasilkan merupakan suatu pemodelan risiko iklim dengan mengukur fungsi utilitas sebagai peridekatannya. Pemodelan tersebut dikaitkan dengan strategi teknologi budidaya dalam hubungannya dengan produktivitas padi, yang dikuantifikasi berdasarkan komponen-komponen sistem informasi dan kalender tanam dalam hubungannya dengan produktivitas tanaman.

Pendekatan lain fungsi risiko adalah dengan menggunakan *fuzzy inference system* (FIS). Model

ini diharapkan mampu mengakomodasi aspek ketakpastian dalam menangkap *input* yang dipetakan ke *output*, yaitu nilai risiko bencana. Risiko bencana yang ditelaah dalam hal ini adalah kekeringan.

Tujuan penulisan ini adalah untuk mendapatkan model fungsi risiko kekeringan yang diolah dengan menggunakan *decision network* dan *fuzzy inference system*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Penelitian menggunakan data dari 10 kecamatan di Kabupaten Pacitan, yaitu; Kecamatan Arjosari, Donorojo, Kebonagung, Nawangan, Ngadirojo, Pacitan, Punung, Pringkuku, Tegalombo, dan Tulakan. Untuk perhitungan fungsi risiko diutamakan di empat kecamatan yaitu Arjosari, Donorojo, Pringkuku, dan Punung. Tiga Kecamatan terakhir merupakan kecamatan yang wilayah lahan keringnya cukup luas. Data curah hujan yang diambil dalam penelitian ini merupakan *data series* harian dari tahun 1983 hingga 2010 dari Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Pacitan. Data luas tanam diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan dan Peternakan Kabupaten Pacitan. Data SOI diperoleh dari situs internet <http://www.longpaddock.qld.gov.au/SeasonalClimateOutlook/SouthernOscillationIndex/SOIDataFiles/index.html>.

### Metode

#### **Analisis karakteristik ENSO dan hubungannya dengan sifat hujan dan kekeringan**

Analisis ini didasarkan kepada karakteristik ENSO pada tahun-tahun El-Nino, Normal, dan La-Nina yang dihubungkan dengan sifat curah hujan jangka panjang. Karakteristik ENSO diperoleh berdasarkan indikator indeks osilasi Selatan (SOI).

Digunakan data SOI bulanan dari tahun 1983 hingga 2010. Indikator tersebut dilihat hubungannya dalam jangka panjang baik menyangkut intensitas, luas kejadian, bentuk kejadian maupun dampaknya terhadap sifat hujan yang terjadi.

Indeks osilasi Selatan merupakan indeks yang menggambarkan perbedaan tekanan udara dekat permukaan laut di kawasan Tahiti (PTahiti) dan Darwin (PDarwin). Adapun rumusnya ialah :

$$SOI = \frac{(P_{Tahiti} - P_{Darwin})}{Stdev(P_{Tahiti} - P_{Darwin})} \times 10$$

Biro Meteorologi Australia menggunakan rumus di atas dalam menghitung SOI. Selanjutnya nilai SOI dikelompokkan menjadi lima fase yaitu (Stone *et al.*, 1996):




1. Fase 1: konstan negatif (*constantly negative*)
2. Fase 2: konstan positif (*constantly positive*)
3. Fase 3: menurun cepat (*rapidly falling*)
4. Fase 4: meningkat cepat (*rapidly rising*)
5. Fase 5: mendekati nol (*nearly zero*)

Kondisi El-Nino biasanya digambarkan oleh fase konstan negatif dan fase menurun cepat (Fase 1 + 3), sedangkan La-Nina oleh fase konstan positif dan fase meningkat cepat (Fase 2 + 4), dan kondisi normal oleh fase mendekati nol (Fase 5). Untuk menentukan apakah data SOI pada suatu bulan tertentu itu memiliki fase 1, 2, 3, 4 atau 5 ditentukan berdasarkan nilai perbedaan antara nilai SOI pada bulan tersebut (M2) dengan nilai SOI pada bulan sebelumnya (M1). Apabila nilai perbedaan M2-M1 jatuh pada kolom *rapidly rising* berarti bulan tersebut dikategorikan fase 4.

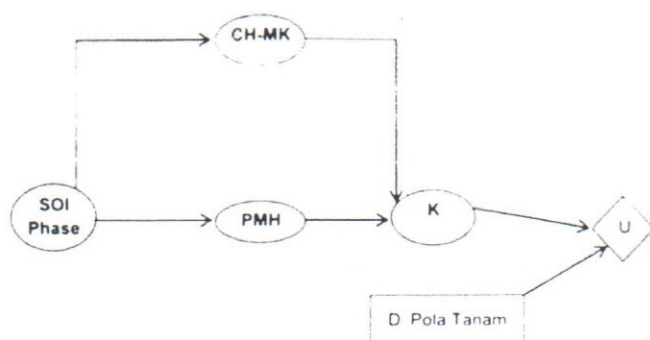
Berdasarkan karakteristik ENSO (luas dan bentuk kejadian), dilihat bagaimana hubungannya terhadap bencana kekeringan, menyangkut luas maupun bentuk bencana yang terjadi.

**Fungsi risiko dengan DN**

Decision network (DN) terdiri atas tiga jenis node, yaitu :

- a. *Chance node* yang dilambangkan dengan simbol 
- b. *Decision node* yang dilambangkan dengan simbol 
- c. *Utility node* yang dilambangkan dengan 

Gambar 1 berikut menyajikan diagram dari suatu DN.



Keterangan :

- CH-MK = Anomali curah hujan musim kemarau (Juni-Juli-Agustus)
- PMH = Panjang musim hujan
- K = Risiko kekeringan dari tanaman padi yang ditanam pada puncak tanam kedua
- D = Keputusan pola tanam
- U = Jumlah luas lahan padi yang terkena kekeringan pada bulan tertentu (disebut sebagai *Utility*)

**Gambar 1. Decision network untuk menentukan pola tanam**

*Figure 1. Decision network to define cropping patterns*

**Fungsi risiko dengan FIS**

Ada beberapa tahapan dalam proses *fuzzy inference system* (FIS). Tahapan tersebut meliputi:

perumusan masalah, penyusunan fungsi keanggotaan *fuzzy*, penyusunan aturan *fuzzy* (*rule*), serta proses lain di matlab. Perumusan masalah merupakan penentuan *input* dan *output* sebagai peubah penentu. Terdapat tiga peubah penentu yang merupakan *input*, yaitu; SOI bulan Agustus, panjang musim hujan (PMH) dalam dasarian, dan akumulasi curah hujan musim kemarau (bulan Juni hingga Agustus). Sedangkan peubah penentu yang merupakan *output* adalah bencana kekeringan. Data yang digunakan merupakan data tahunan. Fungsi keanggotaan *fuzzy* adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut sebagai derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 hingga 1 (Kusumadewi dan Purnomo, 2010)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik ENSO dan hubungannya dengan sifat hujan dan kekeringan**

Secara umum, masalah dalam pertanian di Pacitan adalah terjadinya kegagalan panen, salah prediksi iklim dan penanaman berulang kali. Masalah-masalah tersebut muncul karena terjadinya bencana iklim diantaranya banjir dan kekeringan yang akhirnya menyebabkan produksi pertanian menurun. Kejadian tersebut berkaitan dengan curah hujan. Menurut Naylor *et al.* (2007) mundurnya awal musim hujan 1 bulan akan berdampak pada penurunan produksi padi di Jawa/Bali antara 7-18%. Gambar 2 memperlihatkan luas pertanaman terkena kekeringan setiap tahun pada setiap kecamatan di Pacitan.

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. Falcon *et al.* (2006) melakukan



**Gambar 2.** Luas pertanian yang terkena kekeringan pada setiap kecamatan setiap tahun

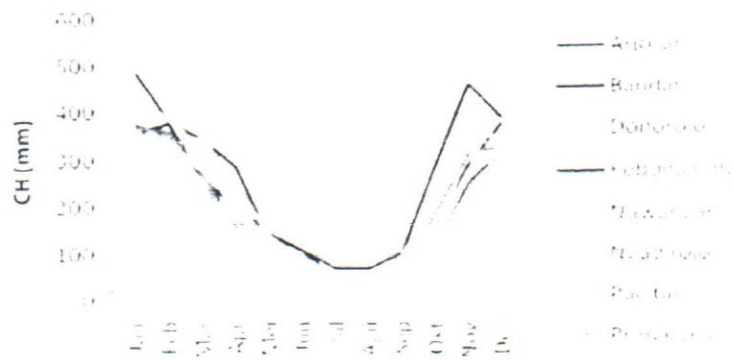
*Figure 2.* Crop area which affected by drought in each subdistrict every year

pengamatan pengaruh ENSO terhadap keragaman hujan di seluruh Provinsi di Indonesia. Diketahui bahwa keragaman curah hujan seluruh provinsi di Pulau Jawa-Madura, dan Bali secara signifikan dipengaruhi oleh fenomena ENSO. Demikian pula di Pacitan, pada saat kejadian El-Nino berlangsung, Pacitan seperti halnya sebagian besar wilayah *monsoonal* di 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, Kabupaten Pacitan 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 *et al.*, 2007).

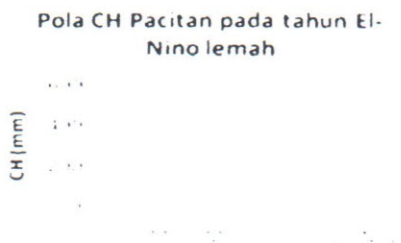
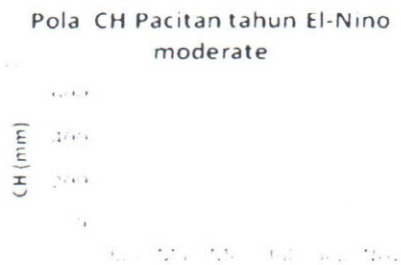
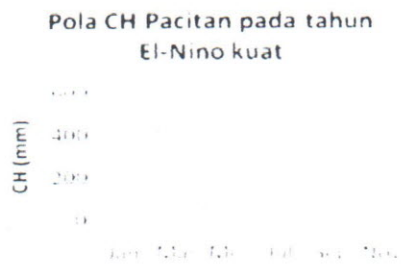
Untuk mengetahui respon atau hubungan antara curah hujan di Kabupaten Pacitan dengan ENSO, maka dilihat pola hujan berdasarkan tahun-tahun Normal, El-Nino lemah, El-Nino sedang, dan El-Nino kuat, serta La-Nina lemah, sedang, dan kuat.

Pengelompokkan tahun-tahun Normal, El-Nino, dan La-Nina berdasarkan indeks ONI (*oceanic nino index*) (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>). Pada tahun Normal, curah hujan >200 mm terjadi pada bulan November hingga bulan Maret. Pada tahun-tahun El-Nino kuat, curah hujan maksimum terjadi pada bulan Februari, pada saat El-Nino sedang terjadi pada bulan Januari dan pada saat El-Nino lemah terjadi pada bulan Desember. Hal ini menunjukkan, bahwa semakin kuat terjadi peristiwa El-Nino, maka curah hujan maksimum menjadi mundur waktunya dibandingkan dengan pada kondisi normal. 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) (Gambar 4).

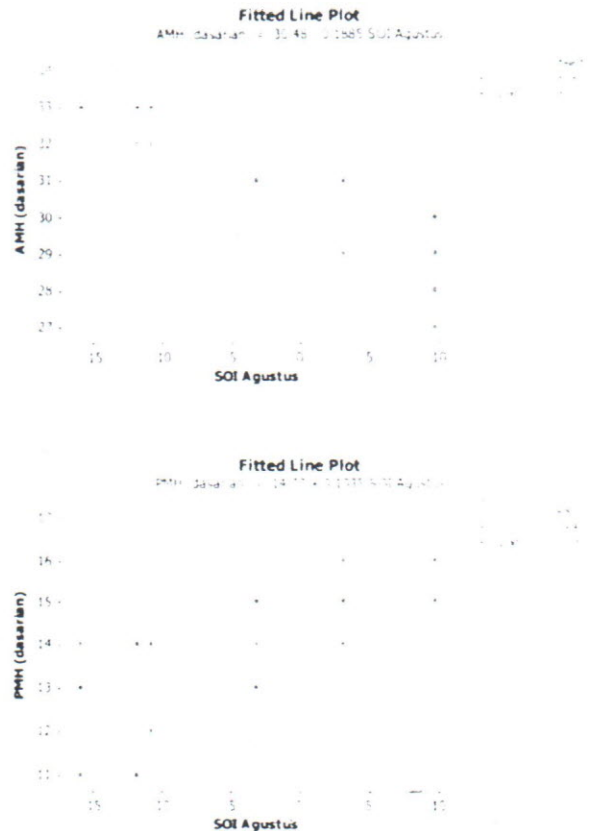
Hubungan antara SOI dengan curah hujan yang diwakili dengan awal musim hujan dan panjang musim hujan diperlihatkan pada Gambar 5. Data SOI yang digunakan adalah data SOI bulan Agustus. Tingkat keragaman data awal musim hujan dalam kaitannya dengan SOI diperlihatkan dengan cukup besarnya koefisien determinasi terkoreksi (82,3%), sedangkan untuk panjang musim hujan koefisien determinasi terkoreksi sebesar 53%. Sedangkan hubungan kekeringan dengan SOI disajikan pada Gambar 6.



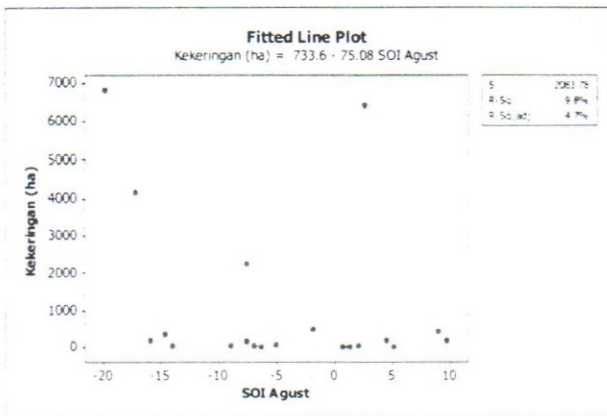
Gambar 3. Pola curah hujan masing-masing kecamatan  
 Figure 3 The pattern of rainfall in each subdistrict



Gambar 4. Pola curah hujan pada tahun-tahun El-Nino  
 Figure 4. The rainfall pattern in El-Nino years



Gambar 5. Hubungan awal musim hujan (AMH) dan panjang musim hujan (PMH) dengan SOI bulan Agustus  
 Figure 5. Relationships between rainy season initial and duration of rainy season with August's SOI



Gambar 6. Hubungan kekeringan dengan SOI bulan Agustus

Figure 6. Relationships between drought with SOI in August

Fungsi risiko dengan DN

Dalam kaitannya dengan kalender tanam, penghitungan fungsi risiko digunakan untuk mengestimasi luas areal bencana kekeringan. Berdasarkan penghitungan fungsi risiko untuk *decision network* untuk pola tanam padi-padi, dengan pemilihan tanggal tanam D1 hingga D4, untuk bencana kekeringan K1 hingga K4 untuk empat kecamatan di Pacitan ditunjukkan pada Tabel 1. Dalam hal ini ketersediaan data historis panjang

akan memberikan fungsi risiko yang lengkap, mengingat dalam proses penghitungannya, seberapa luas kekeringan yang terjadi ditentukan juga oleh berapa luas tanam yang dilakukan. Keterbatasan data kekeringan maupun data luas tambah tanam historis panjang pada kecamatan menyebabkan kombinasi menjadi sulit dilakukan.

Kombinasi D1-K1, menunjukkan kombinasi penanaman padi-padi pada tanggal penanaman saat awal musim hujan, sehingga risiko kekeringan pada musim kemarau (penanaman kedua) dapat dihindari, sehingga produksi pada saat ini diharapkan berada pada kondisi yang optimal. Dengan sendirinya diharapkan berimplikasi pada keuntungan yang optimal, dengan asumsi harga gabah stabil (konstan), tidak menurun karena panen raya. Kombinasi D2 (penanaman mundur satu bulan dari yang seharusnya), D3 (penanaman mundur dua bulan dari yang seharusnya) dan D4 (penanaman mundur tiga bulan dari yang seharusnya), menunjukkan tidak terjadi penurunan produksi, karena tidak terjadi bencana kekeringan (K1).

Umumnya kombinasi D4-K4, merupakan kombinasi yang menunjukkan luas kekeringan yang terbesar (contoh pada fungsi risiko Kecamatan Arjosari). Hal ini terjadi apabila masih dilakukan cukup banyak penanaman pada waktu tanam

Tabel 1. Fungsi risiko empat kecamatan di Kabupaten Pacitan

Table 1. Risk of functions four sub districts in Pacitan

Kecamatan	Pola Tanam	K1	K2	K3	K4
Arjosari	D1	0,000000	0,013837	0,120367	0,300281
	D2	0,000000	0,441166	0,280432	1,926204
	D3	0,000000	0,043140	0,856786	2,026885
	D4	0,000000	0,005560	0,335522	3,350409
Donorojo	D1	0,000000	0,000000	0,479579	2,255595
	D2	0,000000	0,216584	0,634282	0,165753
	D3	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	D4	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Pringkuku	D1	0,000000	0,031008	0,000000	1,998824
	D2	0,000000	0,252717	0,488770	0,822834
	D3	0,000000	0,000000	0,610365	1,931634
	D4	0,000000	0,000000	0,223600	0,945594
Punung	D1	0,000000	0,166794	0,057864	0,164002
	D2	0,000000	0,000000	0,341487	1,180309
	D3	0,000000	0,000000	0,545892	0,000000
	D4	0,000000	0,032463	0,000000	0,000000

mundur tiga bulan sesudah awal musim. Di Kecamatan Arjosari, sebagian petani melakukan penanaman tiga kali setahun, sehingga kemungkinan mengalami kekeringan pada musim kemarau dapat terjadi dengan peluang (*probability*) yang lebih besar. Sedangkan di tempat lain yang tidak melakukan penanaman pada musim kemarau, meskipun luas terkena kekeringan cukup besar, tetapi kerugian menjadi minimal, karena tidak ada penanaman. Antisipasi yang lain adalah dengan mengubah pola tanam, dari padi menjadi palawija yang kebutuhan airnya lebih rendah. Sehingga kerugian akibat terjadinya kekeringan pada penanaman musim kemarau, dapat ditekan. Oleh karena itu, pada penyusunan fungsi risiko ini, selain data kekeringan bulanan historis panjang, dibutuhkan juga data luas tambah tanam bulanan historis panjang, sehingga fungsi risiko yang dihasilkan lebih baik dengan data historis yang lebih panjang.

**Fungsi risiko dengan FIS**

Langkah penting dalam FIS adalah penyusunan *fuzzy membership* (penetapan fungsi keanggotaan), yaitu penentuan kisaran nilai sehingga dapat diketahui pada posisi mana nilai tersebut berada. Kisaran nilai tersebut adalah sebagai berikut; peubah SOI meliputi kisaran nilai antara, -30 hingga 30, panjang musim hujan berada dalam kisaran 8 hingga 24 dasarian, curah hujan musim kemarau berada

pada kisaran <85% hingga >115% dari rata-rata tahunan untuk tiga bulan musim kemarau (Juni hingga Agustus).

Sedangkan bencana kekeringan diklasifikasikan menjadi tidak terkena, terkena ringan, terkena sedang, berat dan puso. Dimana tidak terkena berarti tidak mengalami kejadian, atau kejadian tersebut sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Terkena ringan mempunyai rentang dari nol hingga <Q1 (quartile 1), kekeringan <Q2), terkena berat (Q2 < luas kekeringan < Q3), dan puso (> Q3).

Langkah berikutnya adalah penyusunan rule, sebagai contoh jika SOI bernilai -20, panjang musim hujan <10 dasarian, curah hujan musim kemarau <85% dari nilai rata-rata tahunan (bawah normal/BN), dan luas tambah tanam berada pada kisaran >115% (atas normal atau AN) maka bencana kekeringan yang terjadi akan berada pada kisaran yang cukup luas. Berdasarkan fungsi keanggotaan dan penetapan rule, akan diperoleh gambaran/prediksi kekeringan yang mungkin terjadi. Misal, jika SOI=0, PMH=16, CHMK=300, maka kekeringan yang mungkin terjadi adalah seluas 23,3 ha. Dengan demikian *fuzzy inference system* dapat digunakan dalam penentuan/prediksi kekeringan dengan mengutamakan logika yang baik dalam penetapan rule, sehingga diperoleh hasil prediksi yang cukup mendekati.

**Tabel 2. Himpunan fuzzy untuk SOI**

*Table 2. Fuzzy set for SOI*

Peubah	Klasifikasi	Representasi Interval	Rentang fuzzifikasi			
SOI	El-Nino kuat	1	-30	-30	-15	
	El-Nino lemah	2	-30	-15	0	
	Normal	3	-15	0	15	
	La-Nina lemah	4	0	15	30	
	La-Nina Kuat	5	15	30	30	
PMH	Rendah	1	8	8	10	11,5
	Sedang	2	10	11	12	13
	Tinggi	3	11,5	13	15	15
CHMK	BN	1	0	0	115	165
	N	2	115	165	215	
	AN	3	165	215	600	600



## KESIMPULAN

1. Model fungsi risiko untuk mendukung penyusunan kalender tanam dinamik dapat diperoleh dengan jejaring pengambilan keputusan (*decision network*) dan *fuzzy inference system* (FIS). Masing-masing cara tersebut dapat memprediksi luas kekeringan yang akan terjadi dalam hektar, yang apabila dirupiahkan dengan multiplikasi dengan harga gabah yang berlaku pada kurun waktu tertentu, dapat diketahui besar kerugian yang mungkin terjadi dalam rupiah.
2. Pada *decision network*, nilai fungsi risiko dapat diketahui dari pemilihan pola tanam sebagai bagian dari keputusan yang dihasilkan. Sedangkan dalam FIS, nilai fungsi risiko dapat diamati dari nilai ENSO dan curah hujan sebagai sumber data utama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Badan Litbang Pertanian melalui Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T) dan Program I-MHERE B2C IPB.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aimin, H. 2010. Uncertainty, risk aversion and risk management in agriculture. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 1:152-156.
- Anderson, J.R. 2003. Risk in rural development: challenges for managers and policy makers. *Agricultural System* 75:161-197.
- Buono, A., R. Boer, E. Runtunuwu, Suciantini, dan A. Ramadhan. 2010. Pengembangan Fungsi Utilitas pada Decision Network untuk Model Kalender Tanam Dinamik dalam Pengelolaan Risiko Iklim Guna Menekan Kerugian Pertanaman hingga >40%. Laporan Penelitian KKP3T. Kerjasama LPPM-IPB dengan Badan Litbang Pertanian.
- Falcon, W., R. Naylor, D. Battisti, and M. Burke. 2006. Climate Variability, Climate Change, and Indonesian Rice Production. Paper in Roundtable Discussion: Coping With Climate Variability and Changes in Food Production. 8 November 2006. Bogor.
- Gil, M., A. Garrido, and A. Gomez-Ramos. 2011. Economic analysis of drought risk: An application for irrigated agriculture in Spain. *Agricultural Water Management* 98(5):823-833.
- <http://www.longpaddock.qld.gov.au/SeasonalClimateOutlook/SouthernOscillationIndex/SOIDataFiles/index.html>. SOI data. 5 Januari 2011.
- <http://ggweather.com/enso/oni.htm>. El-Nino-La-Nina. 10 Oktober 2011.
- Kalogeras, N., G. Odekerken-Schröder, J.M.E. Pennings, H. Gunnaugsdttir, F. Holm, O. Leino, J.M. Luteijn, S.H. Magnússon, M.V. Pohjola, M.J. Tjihuis, J.T. Tuomisto, Ueland Ø, B.C. White, and H. Verhagen. 2012. State of the art in benefit-risk analysis: economics and marketing-finance. *Food and Chemical Toxicology* 50(1):56-66.
- Kusumadewi, S. dan H. Purnomo. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Edisi 2. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Las, I., A. Unadi, K. Subagyo, H. Syahbuddin, dan E. Runtunuwu. 2007. Atlas Kalender Tanam Pulau Jawa. Skala 1:1.000.000 dan 1:250.000. Balai Penelitian Agroklimate dan Hidrologi. Bogor. Hlm 96.
- Lo, F., M.C. Wheeler, H. Meinke, and A. Donald. 2007. Probabilistic forecasts of the onset of the North Australian wet season. *Monthly Weather Review* 135:3506-3520.
- Naylor, R.L., D.S. Battisti, D.J. Vimont, W.P. Falcon, and M.B. Burke. 2007. Assessing the risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 104:7752-7757.
- Robertson, A.W., V. Moron, and Y. Swarinoto. 2009. Seasonal predictability of daily rainfall statistics over Indramayu District, Indonesia. *Int. J. Climatology* 29:1449-1462.
- Runtunuwu, E. dan H. Syahbuddin. 2011. Atlas kalender tanam tanaman pangan nasional untuk mengurangi resiko variabilitas dan perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 5(1):1-10.

- Stone, R.C., G.L. Hammer, and T. Marcussen. 1996. Prediction of global rainfall probabilities using phases of the Southern Oscillation Index. *Nature* 384:252-255.
- Surmaini, E., E. Runtunuwu, dan I. Las. 2011. Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Litbang Pertanian* 30(1):2011.
- Teymouri, M. and M. Ashoori. 2011. The Impact of information technology on risk management. *Procedia Computer Science* 3:1602-1608.
- Wahab, M.I., Antoyo, and R. Boer. 2007. Farming system and climate related problems at Pacitan District, East-Java. CAPaBLE Report 2007.
- Yang, W. 2010. Income uncertainty, risk coping mechanism and farmer production & management decision : an empirical study from Sichuan Province. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 1:230-240.