

# Analisis Karakteristik Kekeringan Lahan Padi Sawah Di Wilayah Utara Provinsi Jawa Barat

## *Analysis of Drought Characteristic for Paddy Field in Northern Part of West Java Province*

Mamenun<sup>1</sup>, Trinh Wati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Layanan Informasi Iklim Terapan, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta

<sup>2</sup>Pusat Informasi Perubahan Iklim, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta

### INFORMASI ARTIKEL

#### Riwayat artikel:

Diterima: 22 September 2018

Direview: 25 September 2018

Disetujui: 22 Maret 2019

#### Kata kunci:

El Niño

Karakteristik kekeringan

Durasi kekeringan

Tingkat keparahan kekeringan

Intensitas kekeringan

Indeks presipitasi

terstandarisasi

#### Keywords:

*El Niño*

*Characteristic of drought*

*Drought duration*

*Drought severity*

*Drought intensity*

*Standardized precipitation index*

#### Direview oleh:

Woro Estiningtyas, Suciantini,

Popi Rejekiningrum

**Abstrak.** Kejadian kekeringan di Indonesia disebabkan karena menurunnya curah hujan dalam jangka waktu lama dan sering dipicu oleh kejadian El Niño. Curah hujan pada tahun El Niño dapat menurun 150-200 mm/bulan yang berimplikasi pada penurunan produksi pangan. Kondisi iklim, karakteristik kekeringan, dan korelasi karakteristik kekeringan terhadap luas lahan padi sawah terkena kekeringan dan gagal panen (puso) telah dianalisis di wilayah utara Provinsi Jawa Barat menggunakan indeks presipitasi terstandarisasi (SPI/*Standardized Precipitation Index*). Data curah hujan bulanan periode 1987 – 2017 dari 30 pos hujan digunakan untuk menghitung SPI3 dan SPI6 serta turunannya. Hasil interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk mengisi data kosong <10% menunjukkan terdapat korelasi 0,6 hingga 0,96 antara hasil interpolasi dengan observasi. Wilayah utara Provinsi Jawa Barat mempunyai pola hujan monsun dengan tipe iklim Oldeman didominasi tipe C3 dan D3. Berdasarkan indeks SPI3 dan SPI6, jumlah kejadian kekeringan tertinggi masing-masing mencapai 18 dan 15 kejadian, durasi kekeringan terpanjang selama 14 bulan dan 22 bulan, tingkat keparahan kekeringan terkuat mencapai 28,9 dan 34,50 dan intensitas tertinggi 2,90 dan 2,53. Karakteristik kekeringan tersebut didominasi pos hujan di Kab. Indramayu dan Majalengka yang terjadi pada periode El-Niño kuat (1997/1998 dan 2015/2016). Korelasi positif antara durasi, tingkat keparahan, intensitas kekeringan terhadap lahan terkena kekeringan dan puso terdapat di sebagian besar pos hujan utara Jawa Barat dengan korelasi bervariasi hingga 0,77 pada SPI3 dan hingga 0,86 pada SPI6. Karakteristik kekeringan untuk lahan padi sawah, diharapkan dapat dimanfaatkan dalam sistem monitoring dan peringatan dini kekeringan serta risiko bencana untuk mencegah gagal panen dan kerugian yang lebih besar.

**Abstract.** Drought occurrence in Indonesia is caused by long time decrease of rainfall and triggered by El Niño events. El Niño could reduced rainfall up to 150-200 mm/month and have implications to decreased food production. Climate condition, drought characteristics, and correlation between drought characteristics and the affected paddy field area as well as crop failure (puso) have been analysed for the northern part of West Java province using Standardized Precipitation Index (SPI). Monthly rainfall data in 1987-2017 period from 30 selected rainfall stations were used to calculate SPI3 and SPI6 and its derivatives. The interpolation result of Inverse Distance Weighted (IDW) to fill out <10% empty data showed correlation of 0.6 to 0.96 between observation and interpolated data. The northern part of West Java province has a monsoonal rainfall pattern with Oldeman climate type dominated by C3 and D3. Based on SPI3 and SPI6, the highest drought event reached 18 and 15 events, the longest drought duration were 14 and 22 months, the strongest drought severity reached 28.9 and 34.50, and the highest drought intensity were 2.90 and 2.53. These drought characteristics are dominated by rainfall stations in Indramayu and Majalengka district that occurred in strong El-Niño period. Positive correlation between duration, severity, intensity and affected area and puso varied in magnitude up to 0.77 on SPI3 and up to 0.86 on SPI6. The drought characteristics for paddy field can be used for drought risk assessment and drought early warning to prevent crop failures and losses.

## Pendahuluan

Kekeringan merupakan bencana alam yang paling merugikan secara finansial (Wilhite 2000; He *et al.* 2011) dan paling kompleks mempengaruhi kehidupan manusia (Hagman *et al.* 1984). Kekeringan yang berkepanjangan secara khusus memberikan efek lebih parah (Shen *et al.*

2007), seperti gagal panen atau puso untuk pertanian, meningkatkan risiko kebakaran hutan, meningkatkan degradasi dan disertifikasi lahan hingga menyebabkan meningkatnya persaingan sumberdaya alam dan gangguan sosial (Bruins dan Berliner 1998; Quiring dan Papakryiakou 2003; Pausas 2004; MacDonald 2007), karena efeknya yang meluas dan berkepanjangan.

\* Corresponding author: mamenun@gmail.com

Kejadian iklim ekstrim bencana hidrometeorologi seperti banjir dan kekeringan di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh kejadian ENSO (La Niña dan El Niño) (Surmaini dan Faqih 2016; Pramudia 2002; Irawan 2006). Kejadian El Niño tahun 1988, 1999, dan 2007 mampu menurunkan curah hujan hingga 150 mm/bulan, dan mencapai 200 mm/bulan ketika kejadian El Niño bertepatan dengan kejadian *Indian Ocean Dipole* (IOD) positif (1982, 1997 dan 2006) (Qalbi *et al.* 2018). Kejadian El Niño juga berimplikasi pada penurunan produksi pangan di Indonesia yaitu sebesar 3,06%, sedangkan kejadian La Niña menstimulir peningkatan produksi pangan sebesar 1,08% (Irawan 2006). Kejadian El Niño paling besar pengaruhnya terhadap sektor pertanian sehingga banyak kajian mengenai dampaknya terutama pada tanaman pangan seperti produksi padi di Indonesia (Kirono dan Tapper 1999; Naylor *et al.* 2002). Menurut Surmaini dan Faqih (2016) pada tahun El Niño dalam rentang waktu 1989-2015, tanaman padi terkena kekeringan berdasarkan data dari Kementerian Pertanian mencapai 350 -870 ribu ha dan sebagian besar terjadi pada bulan Mei hingga Oktober. Berdasarkan penelitian Pramudia (2012) menunjukkan bahwa di wilayah Jawa Barat seperti Kabupaten Karawang, Subang dan Indramayu terdapat hubungan yang erat antara kejadian El Niño dengan kejadian kekeringan, penurunan curah hujan, dan penurunan produksi padi. Hasil kajian risiko bencana oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan Provinsi Jawa Barat memiliki jumlah jiwa terpapar terbesar di Indonesia akibat risiko bencana kekeringan, dari segi dampak sosial yaitu sebesar 41,76 juta jiwa, sedangkan dampak ekonomi sebesar 2,6 triliun rupiah dan dampak lingkungan sebesar 154,5 ha (BNPB 2016). Kekeringan di wilayah Jawa Barat memiliki tingkat kerawanan yang berbeda-beda. Menurut Pemerintah Provinsi Jawa Barat (Pemprov Jabar) umumnya wilayah Jawa Barat bagian utara lebih rawan dibandingkan dengan bagian selatan (Pemprov Jabar 2017) sehingga penelitian ini difokuskan pada wilayah utara Provinsi Jawa Barat.

Menurut Wilhite dan Glantz (1985) dan *American Meteorological Society* (2004), bencana kekeringan dikelompokkan ke dalam 4 kategori, yaitu kekeringan meteorologi, kekeringan hidrologi, kekeringan pertanian dan kekeringan sosial ekonomi. Gambaran mengenai tingkat atau derajat kekeringan di suatu daerah diwakili oleh sebuah indeks, studi sebelumnya dalam memonitoring kejadian kekeringan umumnya menggunakan indeks-indeks seperti: *Standardized Precipitation Index/SPI* (McKee *et al.* 1993), *Palmer Drought Severity Index/PDSI* (Palmer 1965), *Crop Moisture Index/CMI* (Palmer 1968), *Surface Water Supply Index/SWSI* (Shafer dan Dezman

1982) dan *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index/SPEI* (Vicente-Serrano *et al.* 2010). Hasil penelitian Surmaini *et al.* (2015) telah dikembangkan Indeks Dampak Kekeringan Padi (IDKP) yaitu rasio antara luas kekeringan padi dengan luas tanam padi untuk menggambarkan kekeringan padi secara proporsional tanpa menggunakan data meteorologi dan mudah dipahami oleh non akademisi dan pelaksana lapangan.

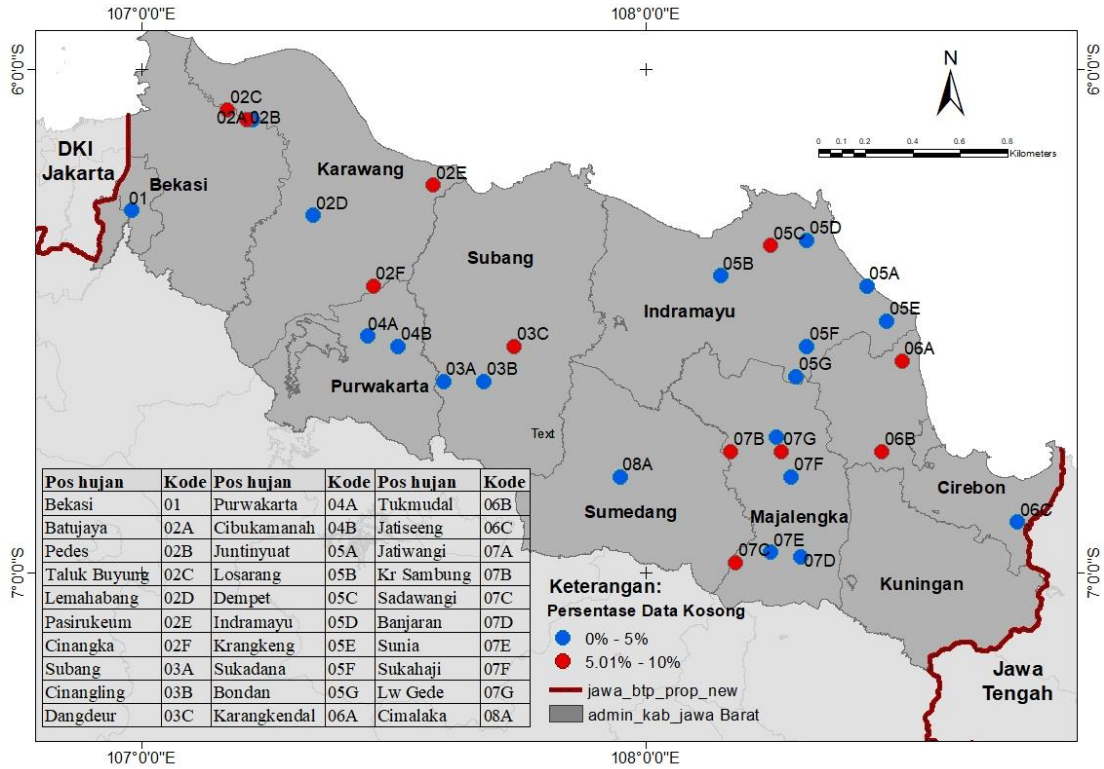
*World Meteorological Organization* (WMO) merekomendasikan SPI sebagai indikator untuk menggambarkan kondisi tingkat kebasahan maupun kekeringan di suatu wilayah. SPI memiliki skala 1 bulanan (SPI1) sebagai gambaran untuk kekeringan meteorologis, 3 bulanan (SPI3) untuk kekeringan pertanian dan musiman (SPI6) untuk kekeringan hidrologis (WMO 2012). Analisis kekeringan menggunakan SPI3 telah dilakukan di wilayah Jawa, Bali dan Nusa Tenggara (Adhayani 2017; Muharsyah dan Nur Ratri 2015) dimana indeks SPI3 dapat memantau kondisi kekeringan di wilayah studi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis iklim dan karakteristik kekeringan (durasi, tingkat keparahan dan intensitas kekeringan) untuk lahan padi sawah di wilayah utara Provinsi Jawa Barat menggunakan indeks kekeringan SPI3 dan SPI6. Selain itu, dilakukan analisis korelasi antara karakteristik kekeringan pada SPI3 dan SPI6 dengan luas kekeringan lahan padi sawah untuk mengetahui sejauh mana hubungan karakteristik kekeringan terhadap luas lahan terkena kekeringan dan mengalami gagal panen (puso). Hasil analisis ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu masukan untuk sistem monitoring dan peringatan dini kejadian kekeringan baik dalam rangka mengantisipasi kerugian yang lebih besar akibat gagal panen maupun dalam kajian analisis risiko iklim terhadap kekeringan.

## Bahan dan Metode

### Data dan Lokasi

Lokasi penelitian dilakukan untuk wilayah utara Provinsi Jawa Barat yang meliputi 8 kabupaten yaitu Kabupaten Bekasi, Karawang, Subang, Indramayu, Purwakarta, Sumedang, Majalengka, dan Cirebon (kecuali Kuningan tidak disertakan karena keterbatasan data curah hujan). Wilayah ini dipilih karena termasuk sentra produksi padi dengan kontribusi produksi padi selama 2010-2015 sebesar 46,0% dari produksi padi Provinsi Jawa Barat (BPS 2016). Data yang digunakan yaitu series data curah hujan bulanan periode 30 tahun (1987-2017) dari 30 pos hujan di wilayah utara Jawa Barat (sumber: BMKG). Sebaran dan daftar kode setiap pos hujan di wilayah utara Jawa Barat ditunjukkan pada Gambar 1. Data lainnya yaitu data luas lahan kekeringan padi sawah



Keterangan:  
 Kode kabupaten; 01=Bekasi, 02=Karawang, 03=Subang, 04=Purwakarta, 05=Indramayu, 06=Cirebon, 07=Majalengka, 08=Sumedang

Gambar 1. Sebaran, daftar kode, dan persentase data kosong untuk setiap pos hujan wilayah utara Jawa Barat  
 Figure 1. Location, code list, and missing data percentage for each rainfall stations in northern part of West Java

(luas terkena kekeringan dan puso) akumulasi bulanan periode 2005-2015 setiap kecamatan wilayah utara Provinsi Jawa Barat dari Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) Jawa Barat, Kementerian Pertanian.

**Pengisian Data Kosong**

Sebelum data curah hujan digunakan untuk analisis, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan ketersediaan data. Pos hujan yang digunakan adalah pos hujan dengan data kosong kurang dari 10%. Sebaran dan persentase data hujan pada 30 pos hujan di wilayah studi ditunjukkan pada Gambar 1. Pos hujan dengan data kosong <5,00% sebanyak 19 pos, dan 5,01-10,00% sebanyak 11 pos. Untuk memudahkan analisis, setiap pos hujan diberi kode berdasarkan angka untuk urutan kabupaten dan abjad secara berurutan untuk pos hujan di setiap kabupaten, misalnya 02A menunjukkan 02=nama kabupaten, A=nama pos hujan (Gambar 1).

Kekosongan data dengan persentase <10% dilengkapi dengan menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) terhadap data pos hujan di sekitarnya

yang mempunyai data penuh (Wagner *et al.* 2012; De Silva 2007). Menurut Ahrens (2016), IDW merupakan metode sederhana yang mempertimbangkan rata-rata terboboti jarak geografis antar pos hujan di sekitar pos hujan yang memiliki data kosong. Metode IDW dapat digunakan untuk wilayah dengan sebaran pos hujan kurang rapat (Ahrens 2006).

Tingkat keakuratan hasil interpolasi IDW dihitung melalui analisis *cross validation* (validasi silang) antara data observasi dengan data hasil IDW menggunakan korelasi *Pearson* (r) pada persamaan (1), dan *root mean square error* (RMSE) pada persamaan (2) (Wagner *et al.* 2012). Analisis ini dilakukan menggunakan pos hujan dengan ketersediaan data lengkap dan mewakili setiap kabupaten di wilayah utara Jawa Barat. Persamaan korelasi dan RMSE yaitu:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \dots\dots (1)$$

dengan  $r_{xy}$  = nilai korelasi parameter x dan y;  $x_i$  = parameter x (curah hujan/CH hasil interpolasi) ke-i;  $y_i$  = parameter y (CH observasi) ke-i; dan n = jumlah data.

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (CH_{interpolasi}(i) - CH_{obs}(i))^2\right)} \dots\dots(2)$$

Analisis klimatologis dan klasifikasi iklim Oldeman dilakukan untuk mengetahui kondisi iklim, pola hujan dan tipe iklim di wilayah studi. Klasifikasi iklim Oldeman didasarkan pada kriteria jumlah bulan basah berturut-turut (curah hujan >200 mm/bulan) dan bulan kering berturut-turut (curah hujan <100 mm/bulan) (Oldeman *et al.* 1980 dalam Handoko 1993).

**Perhitungan Standardized Precipitation Index (SPI)**

Indeks kekeringan yang digunakan adalah Indeks Hujan Terstandarisasi (*Standardized Precipitation Index/SPI*) serta turunannya yaitu jumlah kejadian kekeringan, durasi kekeringan, *severity* (tingkat keparahan kekeringan), dan intensitas kekeringan. Indeks SPI yang digunakan adalah SPI3 bulan dan SPI6 bulan yang dapat menggambarkan kondisi kelembaban tanah pada wilayah pertanian (WMO 2012).

Berdasarkan McKee *et al.* (1993), perhitungan SPI meliputi pencocokan fungsi kepadatan peluang dari sebaran gamma dimana ditentukan oleh frekuensinya dan dinyatakan sebagai :

$$g(x) = \frac{1}{4A} X^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \dots\dots\dots(3)$$

Parameter alfa ( $\alpha$ ) dan beta ( $\beta$ ) dari fungsi kerapatan distribusi gamma dihitung untuk setiap pos hujan dan setiap skala waktu. Untuk optimalisasi  $\alpha$  dan  $\beta$ , digunakan solusi maksimum *likelihood* sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}\right) \dots\dots\dots(4)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \dots\dots\dots(5)$$

dengan:  $A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$  ..... (6)  
 n=banyaknya data

Hasil parameter tersebut selanjutnya digunakan untuk memperoleh peluang kumulatif maka sebaran gamma diintegrasikan terhadap x yang menghasilkan G(x) :

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \dots\dots\dots(7)$$

dengan memasukkan persamaan  $t=x/\beta$ , persamaan (7) menjadi:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t t^{\alpha-1} e^{-t} dt \dots\dots\dots(8)$$

karena fungsi gamma tidak terdefinisi untuk  $x=0$  sedangkan data curah hujan memungkinkan mengandung nilai nol, peluang kumulatif menjadi :

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \dots\dots\dots(9)$$

dimana q adalah peluang banyak curah hujan nol. Probabilitas kumulatif H(x) kemudian ditransformasi menjadi variabel acak standar normal Z dengan rata-rata nol (0) dan ragam satu (1). Nilai Z dinyatakan sebagai indeks SPI dengan rumusan:

$$Z = SPI = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \text{ untuk } 0 < H(x) \leq 0.5 \dots\dots\dots(10)$$

$$Z = SPI = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \text{ untuk } 0.5 < H(x) \leq 1.0 \dots\dots\dots(11)$$

dengan:

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \text{ untuk } 0 < H(x) \leq 0.5 \dots\dots\dots(12)$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0 - H(x))^2}\right)} \text{ untuk } 0.5 < H(x) \leq 1.0 \dots\dots\dots(13)$$

nilai  $c_0=2,515517$ ,  $d_1=1,432788$ ,  $c_1=0,802853$ ,  $d_2=0,189269$ ,  $c_2=0,010328$ ,  $d_3=0,001308$ .

Nilai indeks SPI yang dihasilkan kemudian diklasifikasikan berdasarkan 7 kelas kekeringan seperti ditunjukkan pada Tabel 1 (McKee *et al.* 1993; WMO 2012).

Tabel 1. Kelas kekeringan berdasarkan indeks SPI  
 Table 1. Classification of drought based on SPI

Indeks SPI	Kategori Kekeringan
>+2	Sangat Basah ( <i>Extremely Wet</i> )
1,5 – 1,99	Basah ( <i>Very Wet</i> )
1,0 – 1,49	Agak Basah ( <i>Moderately Wet</i> )
0,99 – (-0,99)	Normal ( <i>Near Normal</i> )
-1,0 – (-1,49)	Agak Kering ( <i>Moderately Dry</i> )
-1,5 – (-1,99)	Kering ( <i>Severely Dry</i> )
<-2,0	Sangat Kering ( <i>Extremely Dry</i> )

### Karakteristik Kekeringan

Tiga karakteristik yang membedakan antara satu kejadian kekeringan dengan kekeringan lainnya adalah intensitas, durasi dan batas spasial (keruangan). Intensitas adalah derajat curah hujan dan/atau tingkat keparahan yang berkaitan dengan kejadian kekeringan dan durasi kejadian kekeringan. Kondisi ini biasanya membutuhkan waktu 2-3 bulan, namun dapat mencapai bulanan atau tahunan, walaupun intensitas dan karakteristik spasial dari kejadian kekeringan akan berubah dari bulan ke bulan atau musim ke musim (Wilhite 2005). Untuk menentukan karakteristik kekeringan pada penelitian ini dihitung tingkat durasi (lama) kekeringan, tingkat keparahan, dan intensitas kekeringan (Tosunoglu dan Can 2016).

Menurut Shiau dan Modarres (2009), kekeringan didefinisikan sebagai nilai SPI yang jatuh dibawah nilai nol dan kejadian kekeringan merupakan periode dimana nilai SPI negatif secara terus menerus. Durasi kekeringan didefinisikan sebagai periode SPI dengan nilai negatif di bawah nol secara terus menerus dan diberi simbol D (Shiau dan Modarres 2009; Fatih dan Can 2016). Tingkat keparahan atau dapat dikatakan sebagai *magnitude* kekeringan didefinisikan sebagai nilai akumulasi dari indeks SPI selama suatu periode kekeringan tertentu dan diberikan simbol S (Shiau dan Modarres 2009). Pada kajian ini, durasi dan tingkat keparahan kekeringan dihitung dengan menggunakan batasan kelas SPI yaitu kelas SPI *moderately dry* hingga *extremely dry* dimana nilai SPI sebesar -1 hingga <-2 (McKee *et al.* 1993; WMO 2012) untuk SPI3 dan SPI6 bulan. Penggunaan batasan nilai ini karena tingkat kekeringan sudah masuk ke dalam kelas agak kering (*Moderately dry*) yang merupakan batas dimulainya periode kering dan selanjutnya dapat berdampak ke tanaman. Nilai *severity*/tingkat keparahan digunakan nilai absolut positif dengan menggunakan rumusan sebagai berikut (Shiau dan Modarres 2009):

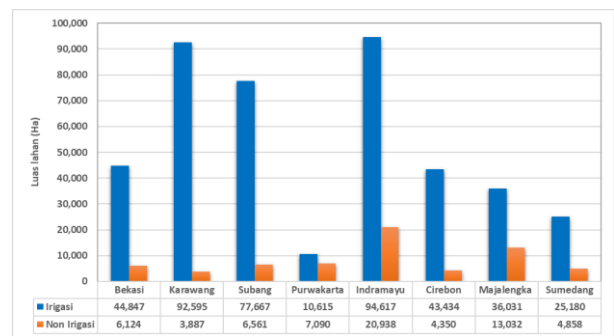
$$S = -\sum_{i=1}^D SPI_i \dots\dots\dots(14)$$

Intensitas kekeringan dihitung sebagai perbandingan antara tingkat keparahan dengan durasi kekeringan. Besaran intensitas kekeringan akan sangat bergantung pada nilai tingkat keparahan dan panjang/pendeknya durasi kekeringan yang terjadi. Selanjutnya, pada masing-masing karakteristik kekeringan tersebut, akan dilihat kesesuaian waktu kejadiannya terhadap tahun El Niño. Berdasarkan data *Oceanic Niño Index* (ONI) yang dikeluarkan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA 2018), diketahui bahwa selama kurun waktu 1980 hingga 2017, kejadian El Niño kuat tercatat pada tahun 1982/1983, 1987/1988, 1991/1992, 1997/1998, dan 2015/2016. Kejadian El Niño *moderate*

tercatat pada tahun 1986/1987, 1994/1995, 2002/2003, 2009/2010. Sedangkan El Niño lemah tercatat pada tahun 2004/2005, 2006/2007 dan 2014/2015.

### Hubungan Karakteristik Kekeringan Terhadap Luas Lahan Kekeringan

Analisis hubungan karakteristik kekeringan terhadap kejadian kekeringan dilakukan untuk mengetahui keterkaitan karakteristik kekeringan terhadap luas kekeringan pada lahan padi sawah. Analisis hubungan dilakukan melalui perhitungan nilai korelasi (r) menggunakan rumusan korelasi *pearson* dengan parameter  $x_i$  adalah durasi/tingkat keparahan/intensitas kekeringan pada pos hujan ke-i dan parameter  $y_i$  adalah luas lahan padi sawah terkena kekeringan dan puso pada kecamatan ke-i.



Sumber : Badan Pusat Statistik (2017)

Gambar 2. Luas lahan sawah irigasi dan non irigasi di wilayah utara Provinsi Jawa Barat tahun 2016

Figure 2. Area of irrigated and non irrigated rice fields in northern part of West Java Province in 2016

## Hasil dan Pembahasan

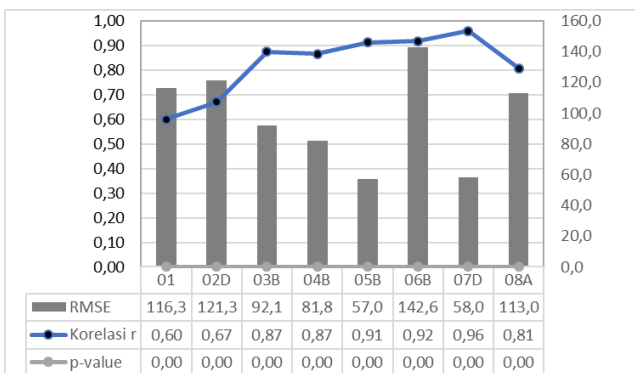
### Deskripsi Wilayah

Provinsi Jawa Barat bagian utara merupakan daerah dataran rendah hingga sedang dengan ketinggian 0 hingga 10 mdpl dan didominasi dataran alluvial yang merupakan wilayah aliran sungai (BPS 2017). Walaupun berbatasan dengan Laut Jawa, sebagian besar wilayah ini merupakan lahan pertanian dan beberapa kabupaten termasuk sentra padi nasional. Wilayah utara Provinsi Jawa Barat memiliki kontribusi produksi tanaman padi selama 2010-2015 sebesar 46,0% dari produksi tanaman padi Provinsi Jawa Barat (BPS 2016). Secara keseluruhan, luas total lahan padi sawah di 8 kabupaten di Provinsi Jawa Barat bagian utara tahun 2016 sebesar 491.826 ha, dengan perincian luas lahan sawah irigasi sebesar 424.926 ha, dan luas

sawah non irigasi mencapai 66.840 ha (BPS 2017). Luas lahan sawah irigasi dan non irigasi di setiap kabupaten ditunjukkan pada Gambar 2. Luas lahan sawah didominasi oleh lahan sawah irigasi dengan wilayah terluas di Kab. Indramayu dan diikuti secara berturut-turut di Kab. Karawang, Subang, Bekasi, Cirebon, Majalengka, Sumedang, dan Purwakarta.

**Analisis pengisian data kosong**

Validasi silang telah dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan hasil interpolasi IDW dalam mengisi data kosong pada pos hujan terpilih. Hasil validasi silang tersebut digambarkan dengan nilai korelasi (r) dan nilai RMSE sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai korelasi curah hujan hasil interpolasi IDW dengan observasi di pos hujan terpilih adalah sebesar 0,60-0,96 dengan *p-value*=0,000. Nilai *r* = 0,60 dan 0,67 berturut-turut terdapat pada pos hujan Bekasi (01) Kab. Bekasi dan pos hujan Lemahabang (02D) Kab. Karawang. Sedangkan



Gambar 3. Validasi silang hasil pengisian data kosong curah hujan menggunakan nilai korelasi (r), *p-value*, dan RMSE

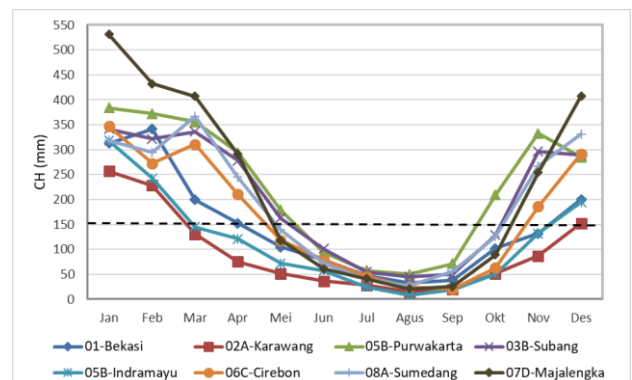
Figure 3. Cross validation results of filled out missing rainfall data using correlation (r), *p-value*, and RMSE

pos hujan dengan nilai *r* >0,85 terdapat di 6 pos hujan yaitu pos hujan Cinangling (03B) Kab. Subang (*r*=0,87), Cibukamanah (04B) Kab. Purwakarta (*r*=0,87), Losarang (05B) Kab. Indramayu (*r*=0,91), Tukmudal (06B) Kab. Cirebon (*r*=0,92), Banjaran (07D) Kab. Majalengka (*r*=0,96), dan Cimalaka (08A) Kab. Sumedang (*r*=0,81). Berdasarkan letak posisi antar pos hujan (Gambar 1), dapat diketahui bahwa pos hujan yang mempunyai nilai korelasi <70% mempunyai jarak yang cukup jauh dengan pos hujan di sekitarnya yang dijadikan sebagai acuan untuk mengisi data kosong. Sedangkan pos hujan dengan nilai korelasi pengisian data kosong >85% mempunyai jarak yang berdekatan dengan minimal dua pos hujan yang

menjadi acuan. Sehingga, hasil tersebut menunjukkan bahwa interpolasi IDW dapat digunakan untuk mengisi data kosong pada pos hujan tertentu menggunakan data pos hujan di sekitarnya (Wagner *et al.* 2012, De Silva 2007). Dalam penelitian Ahrens (2016) menunjukkan bahwa hasil interpolasi IDW dengan korelasi kurang dari 50% sebaiknya tidak digunakan untuk analisis selanjutnya. Secara umum, kekuatan hubungan antara dua variabel mempunyai korelasi cukup kuat dengan nilai >0,5–0,75 dan korelasi sangat kuat dengan nilai >0,75–0,99 (Sarwono 2006). Selain itu, wilayah utara Provinsi Jawa Barat berada pada dataran rendah, dimana hasil interpolasi IDW di wilayah dataran rendah mempunyai relatif bias yang lebih kecil dibandingkan dengan wilayah pegunungan (Ahrens 2016).

**Analisis kondisi iklim**

Berdasarkan hasil analisis klimatologi curah hujan rata-rata bulanan, wilayah utara Provinsi Jawa Barat mempunyai pola hujan monsun dengan satu puncak hujan dan satu puncak kemarau (Gambar 4). Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian Aldrian dan Susanto (2003) dimana wilayah utara Provinsi Jawa Barat mempunyai wilayah tipe A dengan satu puncak dan satu lembah U yang mendapat pengaruh kuat dari dua monsun yaitu monsun barat yang basah (November-Maret) dan monsun timur yang kering (Mei-September). Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata curah hujan bulanan pos hujan yang mewakili masing-masing kabupaten. Berdasarkan kriteria BMKG bahwa batasan musim hujan menggunakan curah hujan dasarian >50 mm atau bulanan >150 mm, diperoleh secara umum musim hujan di wilayah utara Jawa Barat dimulai pada bulan November-April, kecuali di pos hujan Batujaya (02A) Kab. Karawang dan Losarang (05B) Kab. Indramayu dimulai bulan Desember-Maret.

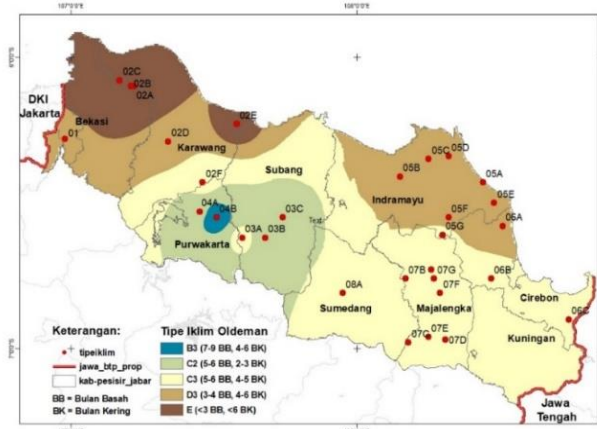


Gambar 4. Curah hujan rata-rata bulanan pada pos hujan perwakilan tiap kabupaten

Figure 4. Monthly rainfall average on selected rainfall station in each district

Secara klimatologis, kedua kabupaten tersebut termasuk dalam wilayah dengan bulan basah yang cukup pendek dibandingkan dengan kabupaten lain, yang selanjutnya dapat dilihat pada pembahasan tipe iklim Oldeman.

Tipe iklim Oldeman di wilayah utara Provinsi Jawa Barat diperoleh bahwa di setiap kabupaten mempunyai tipe iklim yang berbeda (Gambar 5). Di Kab. Karawang, didominasi oleh tipe iklim E4 (pos hujan Batujaya (02A), Pedes (02B), Taluk bayung (02C), dan Pasirukeum (02E)), tipe D3 (pos hujan Lemahabang (02D)) dan tipe C3 (pos hujan Cinangka (02F)). Untuk wilayah Bekasi memiliki tipe iklim D3, Kab. Subang memiliki tipe iklim C3 yaitu



Gambar 5. Klasifikasi iklim Oldeman wilayah utara Provinsi Jawa Barat

Figure 5. Climate classification of Oldeman on northern part of West Java Province

pada pos hujan Subang (03A) dan C2 pada pos hujan Cinangling (03B) dan Dangdeur (03C)). Kab. Purwakarta mempunyai tipe iklim C2 (pos hujan Purwakarta (04A)) dan B3 (pos hujan Cibukumanah (04B)). Sedangkan Kab. Indramayu, seluruh pos hujan menunjukkan tipe iklim D3, Kab. Majalengka, Kab. Cirebon dan Kab. Sumedang seluruh pos hujan menunjukkan tipe iklim C3 (kecuali pos hujan Karangendal (06A) memiliki tipe iklim D3). Hasil klasifikasi tipe iklim di wilayah utara Jawa Barat

bersesuaian dengan Peta Klasifikasi Oldeman Jawa periode 1981-2010 (BMKG 2012). Menurut klasifikasi Oldeman, tipe iklim C dan D menunjukkan bahwa berdasarkan ketersediaan air bagi tanaman hanya dapat ditanami padi satu kali, bahkan tipe iklim E tidak cukup air untuk menanam padi. Namun, wilayah utara Jawa Barat mempunyai lahan sawah irigasi cukup luas sebesar 424.926 ha atau sekitar 86% dari total luas lahan sawah, sedangkan sawah non irigasi hanya 14% (BPS 2017). Adanya manajemen pengairan yang baik dan terkoordinasi dari pemerintah pusat dan daerah mengenai sistem irigasi di wilayah tersebut menyebabkan ketersediaan air mencukupi untuk menanam padi lebih dari satu kali. Sistem pengairan irigasi di wilayah utara Provinsi Jawa Barat bersumber dari Jatiluhur dengan waduk-waduk seperti waduk Juanda, Saguling dan Cirata, serta irigasi wilayah Sungai Citarum dan Cimanuk Cisanggarung (Dinas Sumber Daya Air 2017).

## Karakteristik Kekeringan

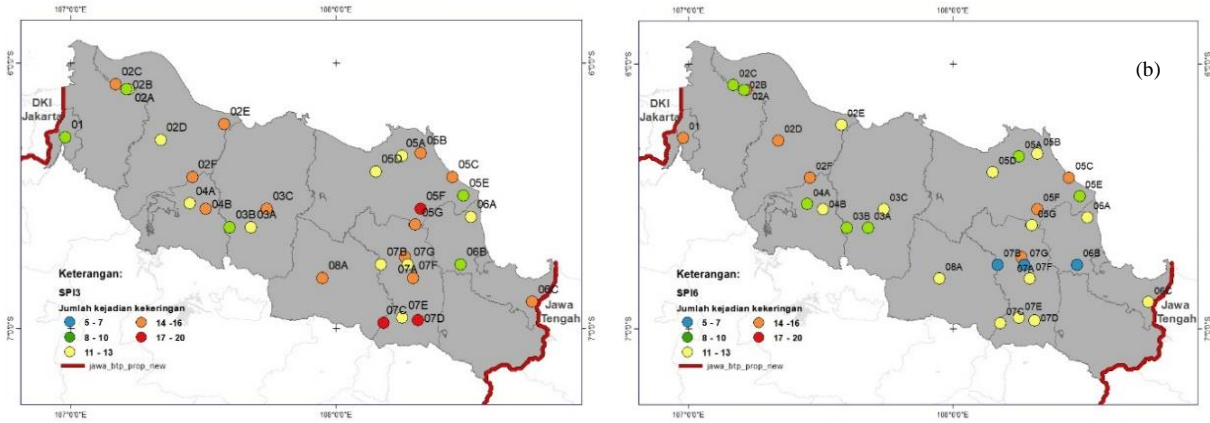
### Jumlah kejadian kekeringan

Banyaknya kejadian kekeringan selama periode 30 tahun di wilayah utara Jawa Barat dihitung sebagai jumlah kejadian kekeringan, selanjutnya jumlah kejadian kekeringan maksimum (tertinggi) pada setiap pos hujan dipilih untuk dipetakan (Gambar 6 (a) untuk SPI3 dan (b) untuk SPI6). Rekapitulasi 5 pos hujan teratas dengan jumlah kejadian kekeringan terbanyak untuk SPI3 dan SPI6 ditunjukkan pada Tabel 2. Jumlah kejadian kekeringan tertinggi sebanyak 18 kejadian pada SPI3 terdapat di pos hujan Sukadana (05F) Kab. Indramayu, dan 17 kejadian terdapat pada pos hujan Sadawangi (07C) dan Banjaran (07D) Kab. Majalengka. Sedangkan jumlah kejadian kekeringan pada SPI6 cukup tinggi sebanyak 15 kejadian terdapat di pos hujan Cinangka (02F) Kab. Karawang, Dempet (05C) dan Sukadana (05F) Kab. Indramayu. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kekeringan relatif sering terjadi di wilayah utara Jawa Barat. Selanjutnya apabila kekeringan terus berlangsung dalam

Tabel 2. Daftar 5 pos hujan dengan jumlah kejadian kekeringan tertinggi untuk SPI3 dan SPI6

Table 2. List of five rainfall stations with the highest total drought event for SPI3 and SPI6

SPI	No	Jumlah kejadian			SPI	No	Jumlah kejadian		
		Kode	Pos hujan	$\Sigma$			Kode	Pos hujan	$\Sigma$
SPI3	1	05F	Sukadana	18	SPI6	1	02F	Cinangka	15
	2	07C	Sadawangi	17		2	05C	Dempet	15
	3	07D	Banjaran	17		3	05F	Sukadana	15
	4	05C	Dempet	16		4	01	Bekasi	14
	5	02C	Taluk Buyung	15		5	02A	Batujaya	14



Gambar 6. Jumlah kejadian kekeringan (a) SPI3 bulan, dan (b) SPI6 bulan  
 Figure 6. Number of drought event (a) SPI3 month, and (b) SPI6 month

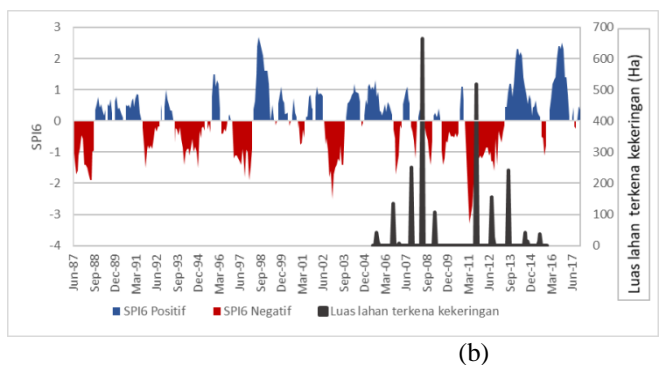
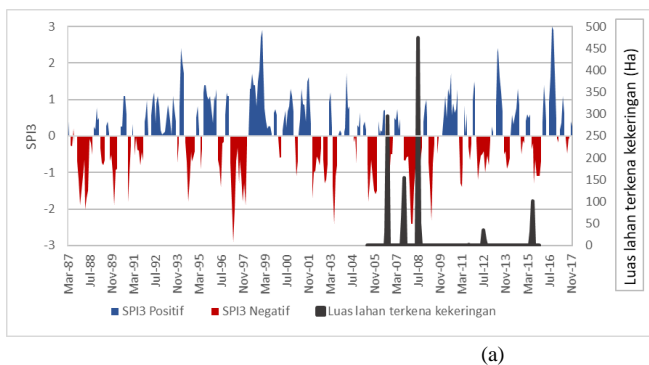
waktu yang lama dapat berdampak nyata terhadap lahan dan produktivitas padi sawah.

Sebagai contoh gambaran sebaran nilai SPI3, disajikan nilai SPI3 dan luas lahan terkena kekeringan (ha) untuk pos hujan Sadawangi (07C) Kab. Majalengka dengan jumlah kejadian kekeringan sebanyak 17 kali selama periode pengamatan (Gambar 7a). Selanjutnya Gambar 7b menunjukkan nilai SPI6 bulan untuk pos hujan Bekasi (01) dengan jumlah kejadian kekeringan sebanyak 14 kali. Berdasarkan Gambar 7a dan b ditunjukkan luas lahan terkena kekeringan terjadi bersesuaian dengan nilai indeks SPI3 negatif dengan luas tertinggi terjadi pada bulan Juli 2008 (474 ha) dan nilai SPI -1,6. Sedangkan untuk SPI6, luas lahan terkena kekeringan tertinggi (660 ha) terjadi pada bulan Juni 2008 dan bersesuaian dengan nilai SPI6 normal (0,12).

*Durasi dan tingkat keparahan kekeringan*

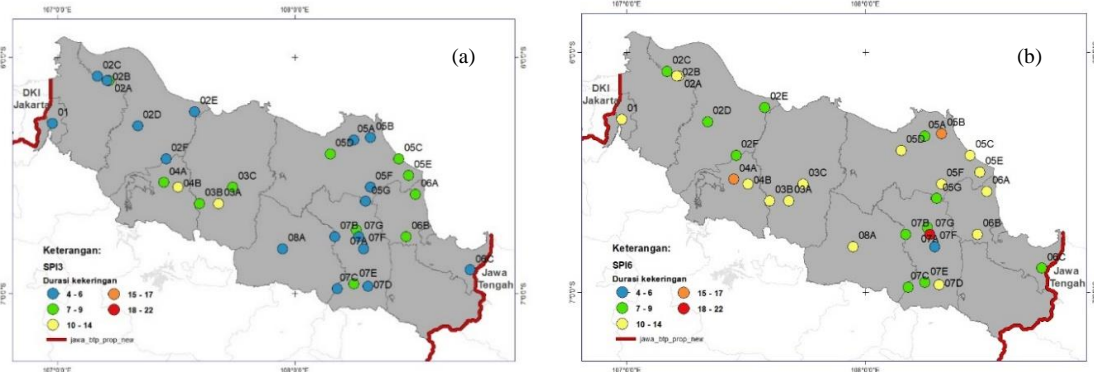
Gambaran spasial durasi kekeringan terpanjang dan tingkat keparahan kekeringan terkuat untuk SPI3 dan SPI6 di wilayah utara Jawa Barat ditunjukkan pada Gambar 8

dan Gambar 9. Rekapitulasi untuk 5 pos hujan teratas dengan durasi terpanjang dan tingkat keparahan terkuat ditunjukkan pada Tabel 3. Pada SPI3, pos hujan yang memiliki durasi kekeringan cukup panjang (10-14 bulan) yaitu pos hujan Cibukamanah (04B) Kab. Purwakarta dan Subang (03A) Kab. Subang yang masing-masing terjadi pada bulan Februari 1997-Maret 1998 dan April 1997-Januari 1998. Selain itu, terdapat 10 pos hujan dengan durasi kekeringan 7-9 bulan dan sisanya (18 pos hujan) dengan durasi 4-6 bulan. Pada SPI6, terdapat satu pos hujan dengan durasi kekeringan terpanjang (22 bulan) yaitu pos hujan Lw Gede (07G) Kab. Majalengka terjadi pada November 2014-Agustus 2016. Selanjutnya 2 pos hujan dengan durasi kekeringan antara 15-17 bulan yaitu pos hujan Losarang (05B) Kab. Indramayu selama 17 bulan (November 2014-Maret 2016) dan pos hujan Purwakarta (04A) Kab. Purwakarta selama 15 bulan (Januari 2015-Maret 2016). Sedangkan durasi kekeringan 10-14 bulan terdapat di 14 pos hujan, 7-9 bulan terdapat di 11 pos hujan, dan 6 bulan terdapat di 1 pos hujan. Durasi kekeringan terpanjang pada SPI3 tercatat lebih pendek dibandingkan dengan durasi terpanjang pada SPI6. Hal ini

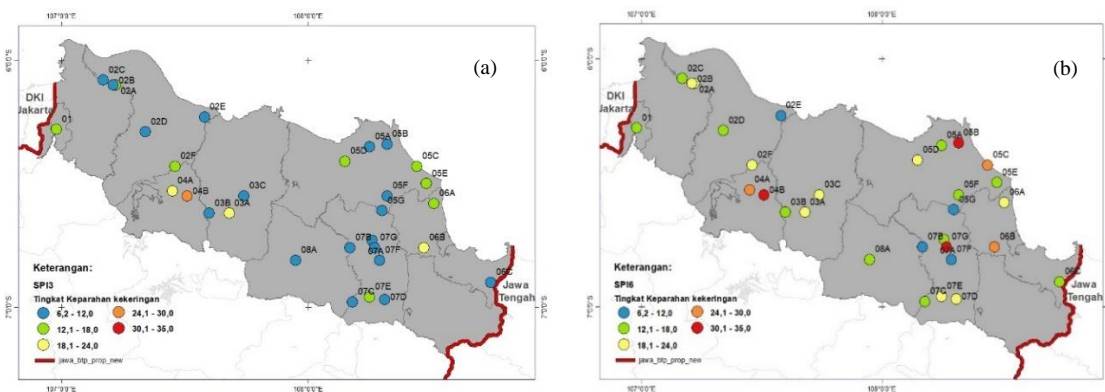


Gambar 7. Indeks SPI3 di pos hujan Sadawangi (07C) Kab. Majalengka (a) dan Indeks SPI6 di pos hujan Bekasi (01) Kab. Bekasi (b)  
 Figure 7. SPI3 index at Sadawangi (07C) rainfall station in Majalengka district (a) and SPI6 Index at Bekasi (01) rainfall station 01 in Bekasi





Gambar 8. Durasi kekeringan terpanjang (a) untuk SPI3, dan (b) untuk SPI6  
 Figure 8. The longest duration of drought (a) SPI3, and (b) SPI6



Gambar 9. Tingkat keparahan kekeringan terkuat (a) SPI3, dan (b) SPI6  
 Figure 9. The strongest drought severity of (a) SPI3, and (b) SPI6

Tabel 3. Rekapitulasi 5 pos hujan teratas dengan durasi kekeringan terpanjang dan tingkat keparahan terkuat untuk SPI3 dan SPI6

Table 3. Recapitulation of the top five rainfall stations with the highest total drought event and the strongest drought severity for SPI3 and SPI6

SPI	No	Durasi terpanjang (bulan)				Tingkat keparahan Terkuat			
		Kode	Pos hujan	D	Periode	Kode	Pos hujan	S	Periode
SPI3	1	04B	Cibukamanah	14	Feb'97-Mar'98	04B	Cibukamanah	28,9	Feb'97-Mar'98
	2	03A	Subang	10	Apr'97-Jan'98	04A	Purwakarta	20,2	Des'16-Jul'17
	3	05E	Krangkeng	9	Jul'97 -Mar'98	06B	Tukmudal	18,9	Jan-Agt'12
	4	02A	Batujaya	8	Nov'00-Jun'01	03A	Subang	18,4	Apr'97-Jan'98
	5	04A	Purwakarta	8	Des'16-Jul'17	06A	Karang-kendal	16,0	Nov'97-Jun'98
SPI6	1	07G	Lw Gede	22	Nov'14-Agt'16	07G	Lw Gede	34,5	Nov'14-Agt'16
	2	05B	Losarang	17	Nov'14-Mar'16	05B	Losarang	33,9	Nov'14-Mar'16
	3	04A	Purwakarta	15	Jan'15-Mar'16	04B	Cibukamanah	31,1	Apr'97-Apr'98
	4	03C	Dangdeur	14	Feb'06-Mar'07	04A	Purwakarta	28,3	Jan-Des'17
	5	05C	Dempet	14	Feb'15-Mar'16	05C	Dempet	26,2	Feb'15-Mar'16

dapat dikatakan bahwa semakin lama skala waktu yang digunakan maka durasi kekeringan terpanjang yang dapat dicapai semakin meningkat.

Tingkat keparahan kekeringan terkuat pada SPI3 terdapat pada pos hujan Cibukamanah (04B) Kab.

Purwakarta dengan tingkat keparahan sebesar 28,9 yang terjadi pada bulan Februari 1997-Maret 1998 (Tabel 3) dimana pada durasi tersebut tercatat sebagai kejadian El Niño kuat. Pada pos hujan ini, selain kekeringan yang terjadi kuat, juga memiliki durasi cukup panjang.

Tabel 4. Rekapitulasi 5 pos hujan teratas dengan intensitas kekeringan tertinggi dan indeks SPI terendah untuk SPI3 dan SPI6

Table 4. Recapitulation of the top five rainfall stations with the highest drought intensity and the lowest SPI index for SPI3 and SPI6

SPI	No	Intensitas tertinggi				Indeks SPI terendah			
		Kode	Pos hujan	I	Periode	Kode	Pos hujan	X	Periode
SPI3	1	07A	Jatiwangi	2,9	Jan-Mar'11	05B	Losarang	-3,8	Apr-Sep'15
	2	01	Bekasi	2,66	Jan-May'11	05E	Krangkeng	-3,8	Mar-Apr'00
	3	05E	Krangkeng	2,4	Mar-Agt'00	07A	Jatiwangi	-3,7	Jan-Mar'11
	4	06B	Tukmudal	2,36	Jan-Aug'12	02C	Taluk Buyung	-3,6	Mei-Agt'02
	5	05D	Indramayu	2,35	Jul-Agus'94	02F	Cinangka	-3,6	Okt'97-Mar'98
SPI6	1	05E	Krangkeng	2,53	Apr-Sep'00	01	Bekasi	-4,4	Des'97-Feb'98
	2	06B	Tukmudal	2,49	Jan-Okt'12	02B	Pedes	-3,9	Jul'02-Jun'03
	3	01	Bekasi	2,40	Mar-Agus'11	02C	Taluk Buyung	-3,8	Agt'02-Jan'03
	4	04B	Cibukamanah	2,39	Apr'97-Apr'98	05E	Krangkeng	-3,8	Apr-Sep'00
	5	02F	Cinangka	2,39	Okt'97-Mei'98	04A	Purwakarta	-3,7	Jan-Des'17

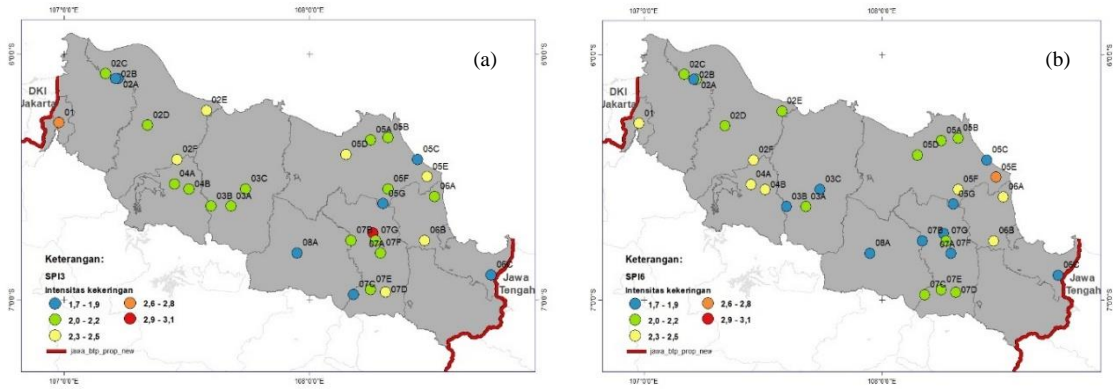
Kekeringan cukup kuat terdapat di pos hujan Purwakarta (04A) Kab. Purwakarta sebesar 20,2 terjadi pada Desember 2016-Juli 2017, pos hujan Tukmudal (06B) Kab. Cirebon sebesar 18,9 pada Januari-Agustus 2012 dan pos hujan Subang (03A) Kab. Subang sebesar 18,4 pada April 1997-Januari 1998. Selanjutnya, tingkat keparahan dengan besaran 12,1–16,0 terdapat di 8 pos hujan, dan besaran 6,2–12,0 terdapat di 18 pos hujan. Tingkat keparahan kekeringan paling kuat untuk SPI6 terdapat pada pos hujan Lw Gede (07G) Kab. Majalengka sebesar 34,5 dan terjadi pada November 2014-Agustus 2016, pos hujan Losarang (05B) Kab. Indramayu sebesar 33,9 terjadi pada bulan November 2014-Maret 2016, dan pos hujan Cibukamanah (04B) Kab. Purwakarta sebesar 31,1 terjadi pada bulan April 1997-April 1998. Selanjutnya, tingkat keparahan 24,1–30,0 terdapat di 3 pos hujan, tingkat keparahan 18,1–24,0 terdapat di 9 pos hujan, 12,1–18,0 terdapat di 11 pos hujan, dan tingkat keparahan 6,2–12,0 terdapat di 4 pos hujan.

*Intensitas kekeringan dan indeks SPI terendah*

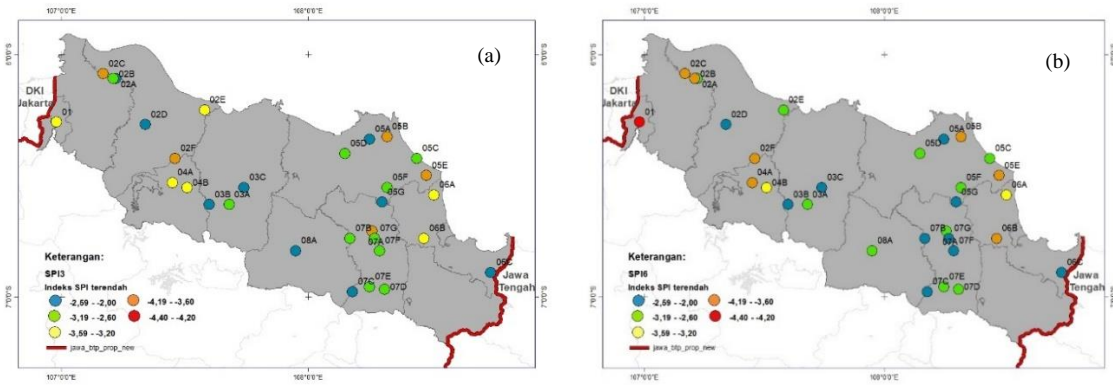
Intensitas kekeringan berkaitan erat dengan tingkat keparahan dan durasi dari suatu kejadian kekeringan. Tingkat keparahan kekeringan yang tinggi dalam durasi yang singkat atau pendek akan diperoleh intensitas yang tinggi. Intensitas kekeringan dan indeks SPI terendah ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11, huruf (a) untuk SPI3 dan (b) untuk SPI6. Rekapitulasi 5 pos hujan berdasarkan rangking intensitas tertinggi dan indeks SPI terendah ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan Gambar 10a dan Tabel 4 ditunjukkan bahwa pada SPI3, intensitas kekeringan sangat tinggi terdapat pada pos hujan Jatiwangi (07A) Kab. Majalengka sebesar 2,90 yang terjadi pada

bulan Januari-Maret 2011. Sedangkan intensitas kekeringan tinggi pada SPI3 terdapat di pos hujan Bekasi (01A) sebesar 2,66 yang terjadi pada bulan Januari-Maret 2011. Untuk intensitas cukup tinggi terdapat di 3 pos hujan, yaitu Krangkeng (05E) Kab. Indramayu sebesar 2,40, Tukmudal (06B) Kab. Cirebon sebesar 2,36, dan Indramayu (05D) Kab. Indramayu sebesar 2,35. Selanjutnya, intensitas kekeringan antara 2,0-2,23 terdapat di 13 pos hujan, dan intensitas 1,7-1,9 terdapat di 12 pos hujan. Pada intensitas kekeringan tinggi hingga sangat tinggi terjadi karena durasi kekeringan yang relatif pendek atau singkat dengan keparahan tinggi sehingga intensitas kejadian kekeringan akan meningkat. Seperti pada pos hujan Jatiwangi (07A) Kab. Majalengka tercatat durasi kekeringan 3 bulan, dengan tingkat keparahan sebesar 8,7. Intensitas kekeringan tinggi untuk SPI6 (Gambar 10b. dan Tabel 4) terdapat di pos hujan Krangkeng (05E) Kab. Indramayu sebesar 2,53 yang terjadi pada bulan April-September 2000. Sedangkan untuk intensitas kekeringan cukup tinggi sebesar 2,49 terdapat pada pos hujan Tukmudal (06B) Kab. Cirebon, Bekasi (01) sebesar 2,40, Cibukamanah (04B) Kab. Purwakarta sebesar 2,39, dan Cinangka (02F) Kab. Karawang sebesar 2,39. Selanjutnya, intensitas kekeringan 2,0–2,2 terdapat di 8 pos hujan dan intensitas 1,7–1,9 terdapat di 17 pos hujan.

Nilai indeks SPI3 terendah yang pernah terjadi selama periode pengamatan ditunjukkan pada Gambar 11a dan Tabel 4. Indeks SPI dengan nilai terendah -3,8 hingga -3,60 secara berturut-turut terdapat di pos hujan Losarang (05B) dan Krangkeng (05E) Kab. Indramayu (SPI -3,8) masing-masing pada bulan April–September 2015 dan bulan Maret–Agustus 2000, Jatiwangi (07A) Kab. Majalengka (SPI -3,7) pada bulan Januari–Maret 2011, Taluk Buyung (02C) dan Cinangka (02F) Kab. Karawang (SPI -3,6) masing-masing bulan Mei–Agustus 2002 dan



Gambar 10. Areal dengan intensitas kekeringan tertinggi (a) SPI3, dan (b) SPI6  
 Figure 10. Areas with the highest drought intensity of (a) SPI3, and (b) SPI6



Gambar 11. Distribusi areal dengan indeks SPI terendah (a) untuk SPI3, dan (b) untuk SPI6  
 Figure 11. Distribution of areal with the lowest SPI index of (a) SPI3, and (b) SPI6

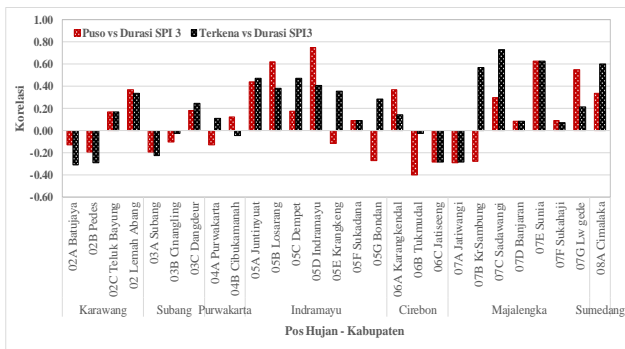
bulan Oktober 1997–Maret 1998 (Tabel 4). Selanjutnya, terdapat 20 pos hujan dengan indeks SPI -2,2 hingga -3,5. Untuk SPI6, indeks SPI sangat rendah sebesar -4,4 terdapat di pos hujan Bekasi (01) yang terjadi pada Desember 1997-Februari 1998. Indeks SPI6 -3,7 hingga -3,9 secara berturut-turut terdapat di pos hujan Purwakarta (04A), Krangkeng (05E) Kab. Indramayu, Taluk Buyung (02C) dan Pedes (02B) Kab. Karawang. Selanjutnya, terdapat 15 pos hujan dengan indeks SPI terendah antara -2,2 hingga -3,7.

**Hubungan karakteristik kekeringan dengan luas lahan kekeringan**

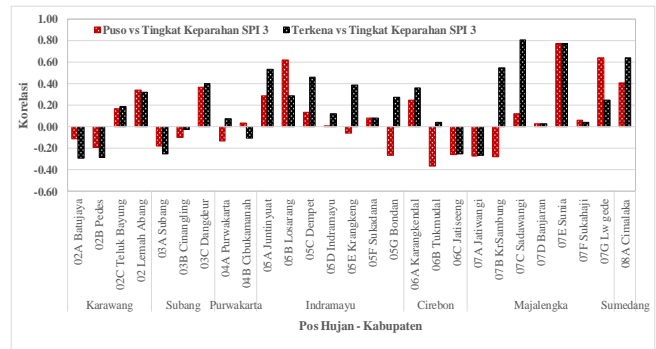
Hasil korelasi antara luas lahan padi sawah yang terkena kekeringan dan puso terhadap masing-masing karakteristik kekeringan untuk SPI3 ditunjukkan pada Gambar 12. Korelasi antara durasi, tingkat keparahan dan intensitas kekeringan SPI3 terhadap luas lahan terkena kekeringan dan puso (Gambar 12a, b, c) menunjukkan sebagian besar pos hujan di wilayah utara Provinsi Jawa Barat mempunyai korelasi positif dengan besaran secara berturut-turut antara 0,07-0,75, 0,02-0,77, dan 0,00-0,67. Sedangkan sebagian pos hujan lainnya mempunyai korelasi negatif hingga -0,46. Pos hujan yang mempunyai

korelasi positif antara luas lahan padi sawah terkena kekeringan dan puso terhadap durasi, tingkat keparahan dan intensitas kekeringan didominasi pada pos hujan di Kab. Indramayu, yaitu Juntinyuat (05A), Losarang (05B), Dempet (05C), Indramayu (05D), Sukadana (05F), dan di Kab. Majalengka yaitu Sadawangi (07C), Banjaran (07D), Sunia (07E), Sukahaji (07F), dan Lw Gede (07G), sedangkan sisanya yaitu pos hujan Taluk Buyung (02C) dan Lemahabang (02D) Kab. Karawang, pos hujan Dangdeur (03C) Kab. Subang, Jatiseeng (06A) Kab. Cirebon, dan Cimalaka (08A) Kab. Sumedang.

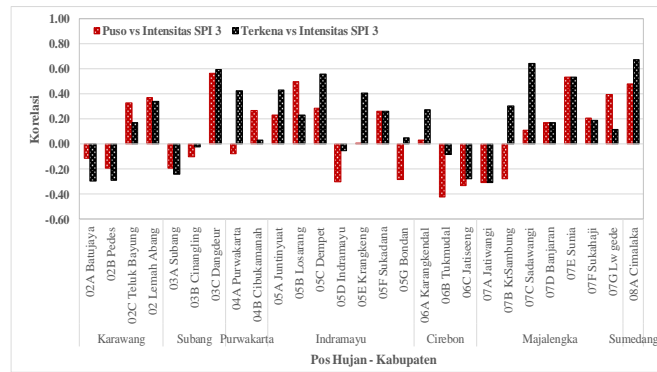
Korelasi luas lahan terkena kekeringan dan puso terhadap: (a) durasi kekeringan, (b) tingkat keparahan, dan (c) intensitas kekeringan untuk SPI6 ditunjukkan pada Gambar 13. Sebagian besar pos hujan di wilayah utara Jawa Barat mempunyai korelasi positif antara durasi, tingkat keparahan dan intensitas kekeringan, dengan luas terkena dan puso pada SPI6 dengan besaran secara berturut-turut antara 0,01–0,86, 0,02–0,82, dan 0,04–0,70. Pos hujan yang mempunyai korelasi positif antara durasi kekeringan dengan luas terkena dan puso didominasi pada pos hujan di Kab. Indramayu (Juntinyuat (05A), Losarang (05B), Indramayu (05D), Krangkeng (05E), dan Sukadana (05F)), dan Kab Majalengka (Sadawangi (07C), Banjaran



(a)



(b)



(c)

Gambar 12. Luas lahan terkena kekeringan dan puso terhadap karakteristik kekeringan; (a) durasi, (b) tingkat keparahan, dan (c) intensitas untuk SPI3

Figure 12. Affected and crop failure areas and drought characteristics; (a) duration, (b) severity, and (c) intensity on SPI3

(07D), Sunia (07E), Sukahaji (07F), dan Lw Gede (07G)). Untuk korelasi positif tingkat keparahan dan intensitas kekeringan terhadap luas terkena dan puso didominasi pada pos hujan di Kab. Indramayu (Juntinyuat (05A), Losarang (05B), Dempet (05C), Indramayu (05D), Krangkeng (05E), dan Sukadana (05F)). Sedangkan untuk korelasi negatif antara durasi, tingkat keparahan, dan intensitas kekeringan terhadap luas terkena dan puso didominasi pada pos hujan di Kab. Subang (Subang (03A), Cinangling (03B), Dangdeur (03C)) dan Kab. Cirebon (Karangkendal (06A), Tukmudal (06B), Jatiseung (06C)).

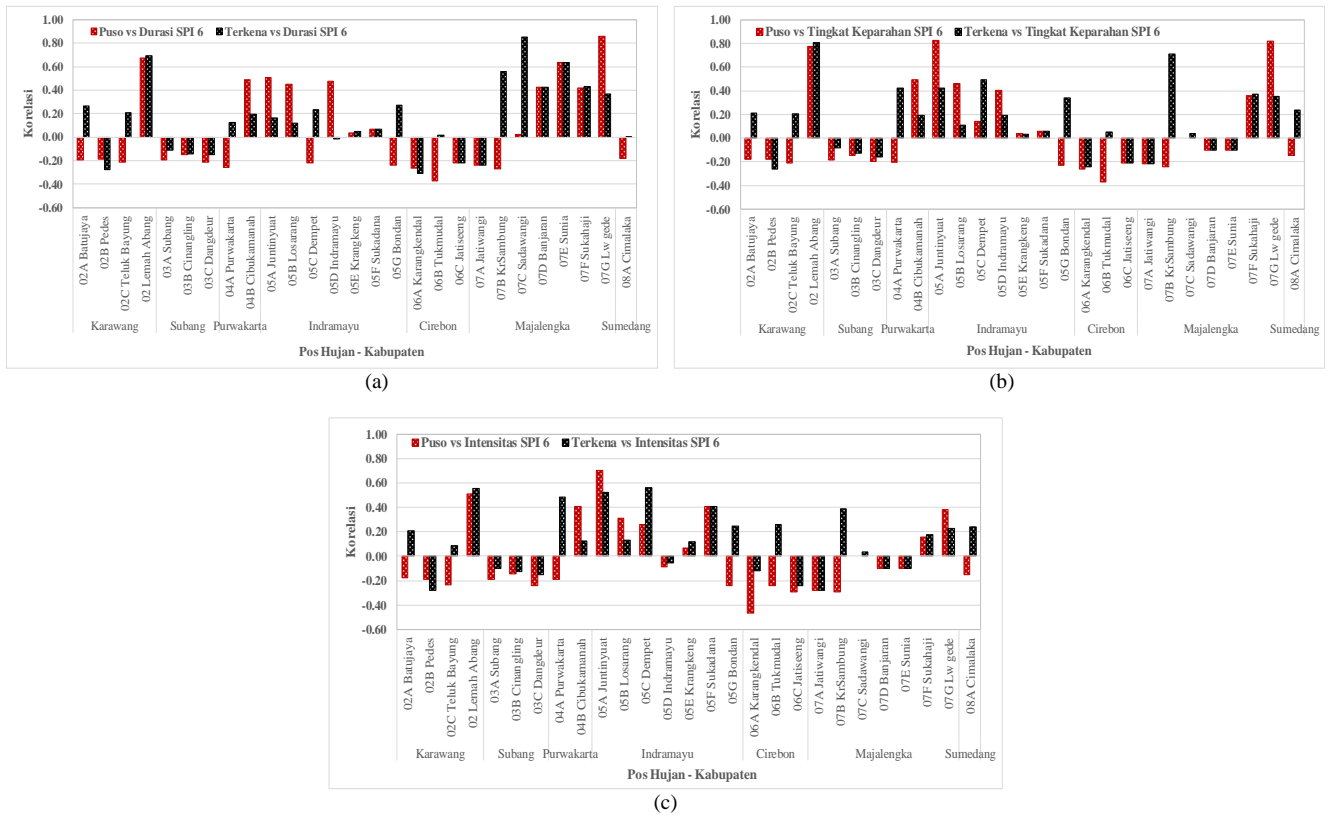
Korelasi negatif yang diperoleh pada SPI3 dan SPI6 terjadi ketika karakteristik kekeringan (durasi, tingkat keparahan dan intensitas kekeringan) tidak selalu bertepatan dengan kejadian terkena kekeringan dan puso setiap tahunnya. Korelasi lemah bahkan negatif yang diperoleh mengindikasikan adanya beberapa faktor lain seperti adanya *lag time* (jeda waktu) antara terjadinya kekeringan meteorologis dengan dampaknya terhadap tanaman padi hingga menimbulkan gagal panen dan adanya intervensi sistem irigasi untuk mengairi sawah yang terdampak kekeringan lebih dahulu. Namun, bila dibandingkan antara SPI3 dan SPI6, korelasi negatif lebih banyak ditemukan pada SPI6. Hal ini menunjukkan bahwa

SPI3 lebih mampu menggambarkan kekeringan yang berdampak pada lahan padi sawah dibandingkan SPI6.

### Keterkaitan El Niño dan implikasi karakteristik kekeringan

Rekapitulasi karakteristik kekeringan di wilayah utara Provinsi Jawa Barat (Tabel 3 dan 4) menunjukkan bahwa setiap wilayah mempunyai karakteristik kekeringan yang berbeda. Pada durasi kekeringan terpanjang diperoleh bahwa durasi kekeringan pada SPI3 tercatat lebih pendek dibandingkan pada SPI6, demikian juga pada SPI1 terhadap SPI3 diperoleh durasi kekeringan lebih pendek (Adhyani 2017). Hal ini dapat dikatakan bahwa semakin lama skala waktu yang digunakan maka durasi kekeringan terpanjang yang dapat dicapai semakin meningkat. Tingkat keparahan juga tercatat lebih tinggi pada SPI6 dibandingkan SPI3. Sedangkan intensitas kekeringan tertinggi tercatat lebih tinggi pada SPI3 dibandingkan SPI6. Hal ini berkaitan dengan tingkat keparahan yang tinggi dalam durasi singkat akan diperoleh intensitas kekeringan tinggi.

Berdasarkan hasil analisis karakteristik kekeringan yaitu durasi terpanjang, tingkat keparahan terkuat dan



Gambar 13. Korelasi antara luas lahan terkena kekeringan dan puso terhadap karakteristik kekeringan; (a) durasi, (b) tingkat keparahan, dan (c) intensitas untuk SPI6  
 Figure 13. Correlation between the affected and crop failure areas and drought characteristics; (a) duration, (b) severity, and (c) intensity on SPI6

indeks SPI terendah menunjukkan bahwa pada ketiga karakteristik tersebut, baik SPI3 maupun SPI6, sebagian besar terjadi bertepatan dengan kejadian El Niño kuat tahun 1997/1998 dan 2015/2016. Penelitian Setiawan *et al.* (2017) menunjukkan pengaruh El Niño terhadap kekeringan dapat diwakili dengan baik oleh indeks SPI. Pengaruh El Niño kuat terhadap kekeringan di wilayah Indonesia berdasarkan analisis komposit menunjukkan pengaruh nyata pada SPI bulan Juni-Agustus dan September-November. Kejadian El Niño kuat seperti tahun 1997/1998 menyebabkan penurunan curah hujan (Kirono dan Tapper 1999) dan penurunan luas tanam sebesar 925 ribu ha yang berdampak pada penurunan produktivitas padi mencapai 4,8 juta ton selama periode September 1997–April 1998 (Naylor 2002). Dari hasil korelasi antara karakteristik kekeringan dengan luas lahan padi sawah terkena kekeringan dan puso, sebagian besar wilayah utara Jawa Barat menunjukkan korelasi positif pada SPI3 dan SPI6. Hal ini memberikan indikasi awal bahwa karakteristik kekeringan berbasis SPI dapat menggambarkan kondisi kekeringan di lahan padi sawah (pertanian) lebih awal, karena kekeringan pertanian dapat terjadi beberapa waktu setelah kekeringan meteorologis

dan berdampak pada lahan pertanian (Wilhite dan Glantz 1985).

Hasil penelitian ini memberikan gambaran dan implikasi bahwa indeks SPI3 dan SPI6 serta karakteristiknya, dapat digunakan sebagai salah satu indikator awal kejadian kekeringan. Secara meteorologis, indeks SPI dapat menunjukkan kondisi curah hujan yang mulai mengalami penurunan, sehingga dapat menjadi salah satu masukan pada sistem monitoring dan peringatan dini kekeringan di wilayah utara Provinsi Jawa Barat. Sistem monitoring dan peringatan dini kekeringan meteorologis perlu dibangun terlebih dahulu kemudian ditingkatkan untuk kekeringan pertanian (Surmaini 2016). Peringatan dini kekeringan pertanian dibangun berdasarkan model dampak antara kekeringan meteorologis dengan kekeringan pertanian yang baru diketahui ketika telah terjadi kerusakan tanaman atau gagal panen (Surmaini 2016). Hal ini disebabkan pada kekeringan pertanian diperlukan pantauan kondisi kelembaban tanah dan ketersediaan air. Selain itu, monitoring kekeringan menggunakan indeks SPI dan karakteristiknya di wilayah dengan sistem irigasi yang baik seperti wilayah utara Jawa

Barat tetap diperlukan untuk mengantisipasi kejadian iklim ekstrim (penurunan curah hujan) secara terus menerus yang mempengaruhi ketersediaan sumber air irigasi. Pengaturan pengaliran air irigasi perlu dilakukan dengan baik dan terintegrasi agar wilayah-wilayah yang terdampak kekeringan lebih awal dapat teratasi dan merata untuk seluruh lahan padi sawah. Tantangan utama monitoring dan prediksi kekeringan adalah kerapatan sebaran pos hujan dengan data lengkap dan periode panjang. Alternatif penggunaan data satelit dan reanalisis yang telah dikoreksi dapat dilakukan. Pembangunan sistem monitoring dan peringatan dini kekeringan diharapkan dapat mengurangi dampak kekeringan yang merugikan akibat gagal panen sehingga keberlanjutan ketahanan pangan nasional di masa depan dapat terjaga.

## Kesimpulan

Hasil klimatologi selama 30 tahun menunjukkan bahwa wilayah utara Provinsi Jawa Barat mempunyai pola hujan monsun dengan tipe iklim Oldeman didominasi tipe C3 dan D3, sedangkan tipe iklim E3 ditemukan hanya di sebagian Kab. Karawang. Hasil korelasi antara durasi, tingkat keparahan dan intensitas kekeringan terhadap luas lahan padi sawah yang terkena kekeringan dan puso menunjukkan sebagian besar pos hujan di wilayah utara Provinsi Jawa Barat mempunyai korelasi positif dengan besaran bervariasi hingga mencapai 0,77 pada SPI3 dan hingga 0,86 pada SPI6 yang didominasi pos-pos hujan di Kab. Indramayu dan Majalengka. Hasil ini menggambarkan bahwa indeks SPI dan karakteristiknya dapat digunakan sebagai indikator awal kejadian kekeringan untuk lahan padi sawah dalam rangka pengembangan sistem monitoring dan peringatan dini kekeringan.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura, serta Badan Pusat Statistika atas dukungan penyediaan data yang digunakan dalam penelitian ini.

## Daftar Pustaka

Adhyani NL. 2017. Kajian Pada Standardized Precipitation Evaporation Index (SPEI) Sebagai Indikator Awal Kekeringan Pertanian. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 88pp.

Aldrian E, Susanto RD. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of*

*Climatology*, 23: 1435–1452.

American Meteorological Society (AMS). 2004. Statement on meteorological drought. *Bulletin of American Meteorology Society*, 85:771-773.

BMKG. 2012. Atlas Kesesuaian Agroklimat. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.

BNPB. 2016. RBI Risiko Bencana Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Jakarta.

BPS. 2016. Produksi Padi Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Barat (Ton), 2010 – 2015. <https://jabar.bps.go.id/statictable/2016/10/17/135/produksi-padi-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-barat-ton-2010-2015.html> (2 Maret 2018).

BPS. 2017. Provinsi Jawa Barat Dalam Angka 2016. ISSN. 0215-2169. BPS Provinsi Jawa Barat. 683pp

Bruins HJ, Berliner PR. 1998. Bioclimatic Aridity, Climatic Variability, Drought and Desertification: Definitions and Management Options. *The Arid Frontier*. Springer, pp. 97-116.

De Silva RP, Dayawansa NDK, Ratnasiri MD. 2007. A Comparison of methods used in estimating missing rainfall data. *The Journal of Agricultural Science*, 3(2):101-108

Dinas Sumber Daya Air (DSDA). 2017. Buku Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat. Balai Pusat Data dan Informasi Sumber Daya Air, Bandung, Jawa Barat.

Hagman G, Beer H, Bendz M, Wijkman A. 1984. Prevention Better Than Cure. Report on Human and Environmental Disasters in the Third World, 2.

Handoko. 1993. Klimatologi Dasar (Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim). Jurusan Geofisika dan Meteorologi. FMIPA-IPB. Bogor. 192pp

He B, Lü A, Wu J, Zhao L, Liu M. 2011. Drought hazard assessment and spatial characteristics analysis in China. *Journal of Geographical Sciences*, 21(2): 235-249.

Irawan B. 2016. "Fenomena anomali iklim El Niño dan La Niña: Kecenderungan jangka panjang dan pengaruhnya terhadap produksi pangan". *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, Vol. 24 (1). 2016.

Kiriono DGC, Tapper NJ. 1999. Enso rainfall variability and impacts on crop production in Indonesia. *Journal Physical Geography*, 20(6):508-519.

MacDonald GM. 2007. Severe and sustained drought in Southern California and the West: present conditions and insights from the past on causes and impacts. *Quaternary International*, 173: 87-100.

McKee TB, Doesken Nj, Kleist J. 1993. The relation of drought frequency and duration to time scales. Eight Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, California.

Muharsyah R, Nur Ratri D. 2015. Durasi dan kekuatan kekeringan menggunakan indeks hujan terstandarisasi di Pulau Bali. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 16(2):93-104.

Naylor R, Falcon W, Wada N, Rochberg D. 2002. Using El Niño-Southern Oscillation climate data to improve food policy planning in Indonesia. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 38(1): 75-91.

NOAA, 2018. Cold & Warm Episodes by Seasons. [http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php). (21 April 2018).

Palmer WC. 1965. Meteorological Drought. Research Paper No. 45. U.S. Department of Commerce. Washington, D.C.

Palmer WC. 1968. "Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: The new crop moisture index" (1968): 156-161.

- Pausas JG. 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic Change*, 63 (3): 337-350.
- Pemprov Jabar. 2017. Wilayah utara Jabar rawan kekeringan. [http://jabarprov.go.id/index.php/news/24407/Wilayah\\_Utara\\_Jabar\\_Rawan\\_Kekeringan](http://jabarprov.go.id/index.php/news/24407/Wilayah_Utara_Jabar_Rawan_Kekeringan) (3 Maret 2018).
- Pramudia A. 2002. Analisis Sensitivitas Tingkat Kerawanan Produksi Padi di Pantai Utara Jawa Barat terhadap Kekeringan dan El Niño. Thesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Qalbi HB, Faqih A, Hidayat R. 2018. Future rainfall variability in Indonesia under different ENSO and IOD composites based on decadal predictions of CMIP5 datasets. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences*, 54 (2017) 012043.
- Quiring SM, Papakryiakou TN. 2003. An evaluation of agricultural drought indices for the Canadian prairies. *Agricultural and Forest Meteorology*. 118 (1): 49-62.
- Sarwono J. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Graha Ilmu. Yogyakarta. 344pp.
- Setiawan AM, Lee WS, Rhee J. 2017. Spatio-temporal characteristics on Indonesian drought related to El Niño events and its predictability using the multi-model ensemble. *International Journal of Climatology*, 37(12):4700-4719.
- Shafer BA, Dezman LE. 1982. Development of A Surface Water Supply Index (SWSI) to Assess the Severity of Drought Conditions In Snowpack Runoff Areas, Western Snow Conference. 710-82: 164-175.
- Shen C, Wang WC, Hao Z, Gong W. 2007. Exceptional drought events over eastern China during the last five centuries. *Climatic Change*, 85(3):453-471.
- Shiau JT, Moderras R. 2009. Copula-based drought severity-duration-frequency analysis in Iran. *Meteorological Applications*, 6:481-489. doi: 10.1002/met.145.
- Surmaini E, Hadi TW, Subagyono K, Puspito NT. 2015. Early detection of drought impact on rice paddies in Indonesia. *Theoretical and Applied Climatology*, 121: 669-684.
- Surmaini E dan Faqih A. 2016. kejadian iklim ekstrem dan dampaknya terhadap pertanian tanaman pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(2): 115-128.
- Surmaini. 2016. Pemantauan dan Peringatan Dini Kekeringan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(1): 37-50.
- Tosunoglu F, Can I. 2016. Application of copulas for regional bivariate frequency analysis of meteorological droughts in Turkey. *Natural Hazards*, 82:1457-1477.
- Vicente-Serrano SM, Begueria S, Lopez-Moreno JI. 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23:1696-1718.
- Wagner PD, Fiener P, Wilken F, Kumar S, Schneider K. 2012. Comparison and evaluation of spatial interpolation schemes for daily rainfall in data scarce regions. *Journal of Hydrology*, 464-465:388-400.
- WMO. 2012. Standardized Precipitation Index User Guide. World Meteorological Organization (WMO) No. 1090.
- Wilhite DA, Glantz MH. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, 10:111-120.
- Wilhite DA. 2000. Drought as a Natural Hazard: concepts and definitions. In: Wilhite, D.A. (Ed.), *Drought, a Global Assessment 1*. Routledge, London, pp. 3-18.
- Wilhite DA. 2005. *Drought and Water Crises*. Science, Technology, and Management Issues. USA: T&F Informa.