

## **Evaluasi Masa Tanam Berdasarkan Metode *Standardized Precipitation Index (SPI)* dan Indeks Kecukupan Air (IKA) untuk Pengembangan Produksi Jagung di Giritontro, Indonesia**

### ***Evaluation of Planting Period Based on the Standardized Precipitation Index (SPI) Method and Water Adequacy Index (IKA) for Corn Production Development in Giritontro, Indonesia***

**GANJAR HERDIANSYAH\*, UMMI NUR FITRIANA, SUMANI, MUJIYO, AKTAVIA HERAWATI**

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami No.36, Kentingan, Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126.

Tel: 0271-646994, Fax: 0271-646655

\*email: [ganbarh@staff.uns.ac.id](mailto:ganbarh@staff.uns.ac.id)

Manuscript received: 20 November 2022. Revision accepted: 14 Desember 2022.

#### **ABSTRACT**

Changing the duration of the season makes the change of dry season and rainy season erratic. Food crops cultivated in rainfed and moor paddy fields, such as corn, are prone to stress because water availability is influenced by climate. This study aims to determine the SPI (Standardized Precipitation Index) and Water Adequacy Index (IKA) in order to determine the right planting period for corn in Giritontro District, Wonogiri Regency. Implementation of research using exploratory descriptive method, the average rainfall data for Giritontro District is 1,750-2,250 mm per year. The method used is the Standardized Precipitation Index and Water Demand Index, with the analysis tool in the form of the Rstudio and Cropwat 8.0 applications which process rainfall data for the last 9 years (2012 to 2020). Observation points and soil sampling were determined using spatial data (rainfall, land use, slope, and soil type) in the study area. Parameters of actual soil conditions observed included complete content, soil structure, soil texture, and organic matter. The data obtained from the results of the research were processed using ANOVA and Pearson correlation tests. The calculation of the drought index uses the Standardized Precipitation Index (SPI) method with the Rstudio application and the Water Adequacy Index (IKA) with the Cropwat 8.0 application based on rainfall data from the BBWS post in Giriwoyo. The actual soil conditions observed included moisture content, soil structure, soil texture, organic matter, rainfall data for the last 9 years (2012-2020), spatial data for Giritontro District for observation maps and sampling. The data analysis carried out was a correlation test between the drought index and the observation indicators. The results of the average drought index in the study area in 2012-2020 are in the close to normal category, ranging from -0.94-0.87. The drought index is related to soil texture and is influenced by the slope. Corn crop water adequacy index between 0.47 – 0.91 from January to December. Early determination of the most effective planting period in November. An alternative groundwater reserve can be through the construction of trench dams which function as a reservoir for surface water flow.

**Keywords:** climate, rainfall, stressful conditions

#### **ABSTRAK**

Berubahnya durasi musim menjadikan pergantian musim kemarau dan musim hujan tidak menentu. Tanaman pangan yang dibudidayakan pada lahan sawah tadah hujan dan tegalan seperti jagung mudah mengalami cekaman karena ketersediaan air dipengaruhi oleh iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui SPI (*Standardized Precipitation Index*) dan Indeks Kecukupan Air (IKA) guna menentukan masa tanam yang tepat untuk tanaman jagung di Kecamatan Giritontro, Kabupaten Wonogiri. Pelaksanaan penelitian dengan metode deskriptif eksploratif, data curah hujan rata-rata Kecamatan Giritontro 1.750-2.250 mm per tahun. Metode yang digunakan adalah *Standardized Precipitation Index* dan Indeks Kebutuhan Air, dengan alat analisa berupa aplikasi Rstudio dan Cropwat 8.0 yang mengolah data curah hujan dalam 9 tahun terakhir (tahun 2012 sampai 2020). Titik pengamatan dan pengambilan sampel tanah ditentukan menggunakan data spasial (curah hujan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan jenis tanah) wilayah penelitian. Parameter kondisi aktual tanah yang diamati diantaranya kadar lengkap, struktur tanah, tekstur tanah, dan bahan organik. Data-data yang diperoleh dari hasil penelitian diolah dengan uji ANOVA dan *Pearson correlation*. Penghitungan indeks kekeringan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index (SPI)* dengan aplikasi Rstudio dan Indeks Kecukupan Air (IKA) dengan aplikasi Cropwat 8.0 berdasarkan data curah hujan pos BBWS di Giriwoyo. Kondisi tanah aktual diamati diantaranya kadar lengkap, struktur tanah, tekstur tanah, bahan organik, data curah hujan 9 tahun terakhir (2012-2020), data spasial Kecamatan Giritontro untuk peta pengamatan dan pengambilan sampel. Analisis data yang dilakukan ialah uji korelasi antara indeks kekeringan dengan indikator pengamatan. Hasil indeks kekeringan rata-rata wilayah penelitian pada tahun 2012–2020 termasuk kategori mendekati normal berkisar antara -0,94-0,87. Indeks kekeringan berhubungan dengan tesktur tanah dan dipengaruhi oleh kemiringan lereng. Indeks kecukupan air tanaman jagung antara 0,47–0,91 dari bulan Januari sampai Desember. Penentuan awal masa tanam paling efektif pada bulan November. Alternatif pencadangan air tanah dapat melalui pembuatan dam parit yang berfungsi sebagai penampung aliran air permukaan.

**Kata kunci:** curah hujan, iklim, kondisi *stressing*

## PENDAHULUAN

Pemanasan global mengakibatkan terjadinya pergantian musim yang tidak menentu. Pergantian musim yang tidak menentu menjadikan durasi yang berubah setiap musimnya. Suhu udara secara global mengalami perubahan yang signifikan sehingga berpengaruh pada perubahan curah hujan (Loo *et al.* 2015). Berubahnya durasi musim menjadikan prediksi awal musim kemarau dan musim hujan tidak menentu pada lahan tadah hujan. Perubahan iklim memiliki pengaruh yang nyata secara negatif terhadap produktivitas jagung (Zampieri *et al.* 2019). Faktor utama dalam sektor pertanian merupakan iklim. Pertanian pada lahan kering berhubungan langsung dengan iklim. Kondisi iklim yang tidak stabil dapat menghambat produktivitas lahan dan tanaman. Bidang pertanian berhubungan erat dengan ketersediaan air dan sebagian besar pasokan berasal dari oleh curah hujan wilayah. Rendahnya pengelolaan air serta tanaman dapat menjadikan perbedaan hasil yang tinggi (Meng *et al.* 2013). Tidak mencukupinya ketersediaan air suatu wilayah dapat menjadi bencana kekeringan.

Ketersediaan air suatu wilayah bergantung pada curah hujan bulanan suatu wilayah. Curah hujan merupakan indikator penting dalam penentuan periode dan intensitas kekeringan (Bouaziz *et al.* 2021). Kekeringan termasuk dalam bencana paling kompleks dan berpengaruh yang terjadi di dunia (Bazrafshan *et al.* 2014). Di Indonesia, bencana kekeringan sering terjadi bahkan hampir setiap tahun. Kekeringan sulit diprediksi, namun dapat diketahui melalui data kelembapan karena Sigit *et al.* (2015) terjadi defisiensi pola curah hujan yang tidak normal (Nichol dan Abbas 2015). Kekeringan yang relevan terjadi saat rendahnya kelembapan tanah dan air tanah. Kekeringan yang terjadi berangsur-angsur dalam jangka waktu tertentu suatu wilayah (Hao and AghaKouchak 2013). Menurut Adi (2011), terjadinya kekeringan di suatu daerah menjadikan bencana bagi semua lapisan masyarakat.

Jawa Tengah merupakan daerah rawan kekeringan pada tahun 2001–2007. Beberapa wilayah kabupaten yang terletak di provinsi Jawa Tengah mengalami kekeringan setiap tahun, diantaranya di Kabupaten Cilacap, Wonogiri, Sukoharjo, Sragen, dan Rembang. Prediksi kekeringan tahun 2012 sampai 2015 dilakukan penelitian oleh Utami *et al.* (2013), menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dengan data curah hujan di stasiun curah hujan DAS Keduang menunjukkan keadaan sangat kering dengan nilai indeks Palmer  $\leq -4,00$  dengan hasil tidak terlalu berbeda setiap bulannya saat musim kemarau. Menurut Sigit *et al.* (2015), persebaran bencana kekeringan terjadi di Wonogiri, terdiri atas 41 desa atau kelurahan dengan jumlah 75.000 jiwa atau 17.260 Kepala Keluarga (KK). Kondisi tersebut terjadi di tujuh kecamatan, yaitu Pracimantoro, Paranggupito, Giritontro, Giriwoyo, Batuwarno, Manyaran, dan Eromoko.

Jagung merupakan tanaman yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia dan memegang perekonomian negara Khairiyah *et al.* (2017). Perkembangan tanaman serta hasil panen berkelanjutan membutuhkan nutrisi yang tepat Adnan (2020). Sebagian besar petani di negara Indonesia memilih tanaman jagung karena dapat dijadikan makanan pokok pengganti beras. Kebutuhan jagung setiap tahun meningkat seiring dengan perkembangan penduduk Indonesia. Tingginya konsumsi jagung melebihi 50 g per orang per hari di suatu negara menjadi indikator bahwa komoditas tersebut merupakan sumber makanan yang penting (Ranum *et al.* 2014). Tanaman pangan termasuk dalam tanaman semusim yang mudah mengalami cekaman. Ketersediaan air tanaman sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim, sehingga informasi karakteristik iklim musim tanam dapat membantu pengelolaan sistem pertanian (Hariyanti *et al.* 2020). Input air yang terbatas menyebabkan kesuburan tanah menjadi rendah, termasuk pada lahan sawah tadah hujan (Cairns *et al.* 2013).

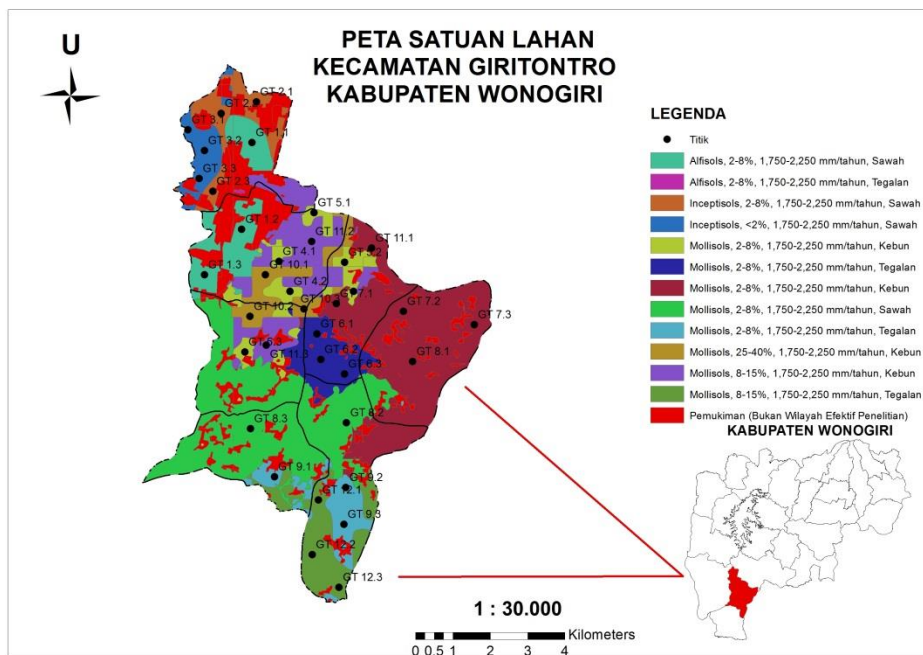
Informasi terkait masa tanam yang tepat diperlukan dan belum tersedia di Kecamatan Giritontro. Evaluasi masa tanam jagung pada penelitian ini ditentukan berdasarkan indeks kekeringan yang dilihat dari SPI di wilayah Kecamatan Giritontro, Kabupaten Wonogiri dan tingginya produksi tanaman jagung di Kecamatan Giritontro. SPI merupakan metode yang dikembangkan untuk memantau kekeringan dari data *time scale* (skala temporal) berdasarkan data curah hujan suatu wilayah (Widyastuti *et al.* 2020) dan menurut Nurrohmah dan Nurjani (2017), metode SPI digunakan untuk klasifikasi kekeringan. Keadaan tersebut merupakan dasar pemilihan lokasi penelitian karena sebagian besar petani di Giritontro membudidayakan tanaman jagung dengan total produksi pada tahun 2013 sebesar 7.849 Mg dengan durasi musim hujan 9 bulan, tahun 2014 sebesar 8.200 Mg dengan durasi musim hujan 8 bulan dan tahun 2018 sebesar 8.669,64 Mg dengan durasi musim hujan 6 bulan. Iklim tropis pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim hujan yang berdampak pada evaluasi awal masa tanam. Indeks SPI untuk rekomendasi petani di desa sebagai informasi prediksi kekeringan secara dini agar dapat melakukan tindakan pencegahan. Indeks kecukupan air dapat mengetahui suatu tanaman

mengalami cekaman air (kekeringan), sehingga dapat melakukan pemberian air irigasi dari segi volume air atau pemberiannya (Rejekiingrum dan Surmaini 2014).

**BAHAN DAN METODE**

**Wilayah Penelitian**

Penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Giritontro, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah, dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Wilayah penelitian seluas 6.163 ha pada ketinggian 195 meter di atas permukaan laut (m dpl) dengan topografi berbukit. Penggunaan lahan wilayah penelitian berupa lahan sawah, kebun, dan tegalan.



**Gambar 1.** Satuan peta lahan dan titik pengambilan sampel penelitian di wilayah penelitian

**Bahan**

Penelitian menggunakan bahan sebagai berikut: (1) bongkahan, sampel tanah kering ctkk Ø 0,5 mm dan Ø 2 mm untuk analisis sifat fisika dan kimia tanah, (2) data curah hujan bulanan selama 9 tahun terakhir (2012-2020) di pos curah hujan Balai Besar Wilayah Sungai Giriwoyo, (3) data iklim harian (curah hujan, suhu udara maksimum dan minimum, kelembaban udara, radiasi matahari, dan kecepatan angin) 9 tahun terakhir dari web power.larc.nasa.gov.,(4) indikator pengamatan tanah: kadar lengas, kapasitas lapangan, bahan organik, porositas dan tekstur tanah, (5) data tanaman: umur tanaman, umur tanaman pada setiap fase pertumbuhan, koefisien tanaman (kc) dan koefisien stress (ky) pada setiap fase pertumbuhan tanaman, tinggi maksimum tanaman, kedalaman perakaran, umur perakaran maksimum, dan produksi tanaman dari aplikasi Cropwat 8.0 (6) peta Giritontro: administrasi, curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan.

**Metode**

Survei dilaksanakan untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian secara nyata. Pengambilan sampel tanah dengan menggunakan metode purposive sampling sejumlah titik yang telah ditentukan (Gambar 1) pada kedalaman 0-60 cm. Penelitian menggunakan metode deskriptif eksploratif menggunakan metode SPI dengan aplikasi Rstudio dan Indeks Kecukupan Air (IKA) dengan aplikasi Cropwat 8.0 berdasarkan data curah hujan. Pelaksanaan penelitian dengan mengumpulkan data, analisis data, dan interpretasi hasil analisis. Data yang dibutuhkan berupa kadar lengas, struktur tanah, tekstur tanah, bahan organik serta data curah hujan selama 9 tahun terakhir (2012-2020) dari pos curah hujan BBWS Giriwoyo. Selanjutnya dilakukan uji korelasi antara indeks kekeringan dengan data fisika dan kimia tanah. Tahap terakhir yaitu penentuan nilai indeks kecukupan air tanaman jagung, sehingga dapat menentukan awal masa tanam terbaik.

**Analisis Data**

**Indeks Kekeringan**

Perhitungan nilai SPI menggunakan data curah hujan selama 9 tahun terakhir (2012-2020) dengan aplikasi Rstudio. Perhitungan SPI diawali dengan penghitungan jumlah data curah hujan setiap bulan lalu dimasukkan pada aplikasi Rstudio dengan memilih paket SPEI. Setelah pemilihan periode bulan lalu mendapat hasil nilai SPI serta grafiknya. Jika merupakan jumlah nol dari seluruh data curah hujan, maka q dapat di estimasi dengan m/n. Perhitungan Z atau SPI untuk  $0 < H(x) < 0.5$ . Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma didefinisikan sebagai fungsi probabilitas kepadatan (Saidah *et al.* 2017).

**Tabel 1.** Klasifikasi nilai SPI

Nilai SPI	Klasifikasi
$\geq 2.00$	Amat sangat basah
1.50 s.d 1.99	Sangat basah
1.00 s.d 1.49	Cukup basah
-0.99 s.d 0.99	Mendekati normal
-1.00 s.d -1.49	Cukup kering
-1.50 s.d -1.99	Sangat kering
$\leq -2.00$	Amat sangat kering

Sumber: Hayes (2000)

Persamaan di atas merupakan langkah dalam penghitungan nilai SPI serta terdapat berbagai klasifikasi (Tabel 1) dari kategori amat sangat basah hingga amat sangat kering. Kekeringan terjadi pada waktu SPI secara berkesinambungan negatif dan mencapai intensitas kekeringan dengan SPI bernilai -1 atau lebih kecil.

**Indeks Kecukupan Air**

Kebutuhan air maksimum tanaman (ETM) dapat dihitung menggunakan data ETo dan koefisien tanaman. Nilai Kc ditentukan berdasarkan fase pertumbuhan yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase *initial* ( $Kc = 0,30$ ), fase *mid-season* ( $Kc = 1,2$ ) dan fase *late season* ( $Kc = 0,35$ ).

Evapotranspirasi dihitung menggunakan metode *Penman-Monteith* (Persamaan 1).

$$ETM = Kc \times ETo \tag{1}$$

Keterangan :

ETM = evapotranspirasi maksimum/evapotranspirasi tanaman

Kc = koefisien tanaman

Eto = evapotranspirasi acuan (*reference evapotranspiration*)

Kebutuhan air aktual tanaman (ETR) dihitung menggunakan persamaan Egel-man yang telah dimodifikasi oleh Forest and Reyniers (1996) yang disajikan pada Persamaan 2.

$$ETR/ ETM = A + B(HR) + C(HR)^2 + D(HR)^3 \tag{2}$$

Keterangan :

A =  $- 0.050 + 0.732 / ETP$

B =  $4.97 - 0.661.ETP$

C =  $- 8.57 + 1.56.ETP$

D =  $4.35 - 0.880.ETP$

ETR = evapotranspirasi aktual

HR = kelembapan relatif tanah, dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.

$$HR = (HM - HPF) / (HCC - HPF) \tag{3}$$

HM = kadar lengas tanah hasil pengukuran di lapangan

HCC = lengas tanah pada kapasitas lapang (pF 2,54)

HPF = kadar lengas tanah pada titik layu permanen (pF 4,2)

Evapotranspirasi dihitung menggunakan *Crop Water Balance* (Rejekiningrum dan Surmaini 2014), dan penentuan waktu tanam komoditas berdasarkan indeks kecukupan air.

**Faktor Penentu**

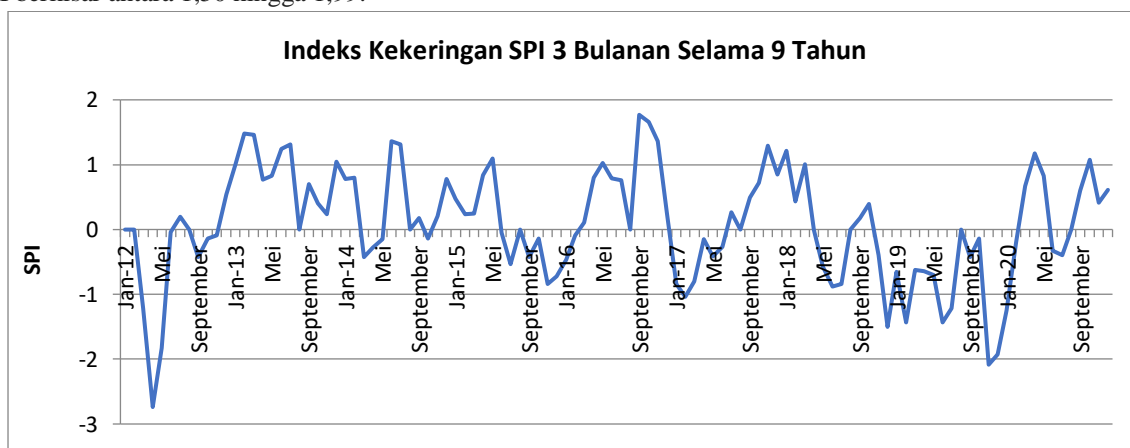
Faktor penentu kekeringan diperoleh dari hasil uji ANOVA untuk melihat pengaruh parameter amatan terhadap hasil indeks kesuburan tanah. Uji DMRT (*Duncan Measuring Range Test*) berfungsi untuk mengetahui faktor yang paling mempengaruhi kekeringan di Kecamatan Giritontro, Kabupaten Wonogiri. Uji *Pearson correlation* antara nilai indeks kekeringan dengan hasil parameter tanah pada karakteristik fisika dan kimia dilakukan untuk mengetahui hubungan antar ketiga komponen tersebut dan diharapkan dapat menemukan pola hubungan yang terjadi di lingkungan, guna merumuskan rekomendasi.

**HASIL DAN DISKUSI**

**Hasil**

**Indeks Kekeringan SPI**

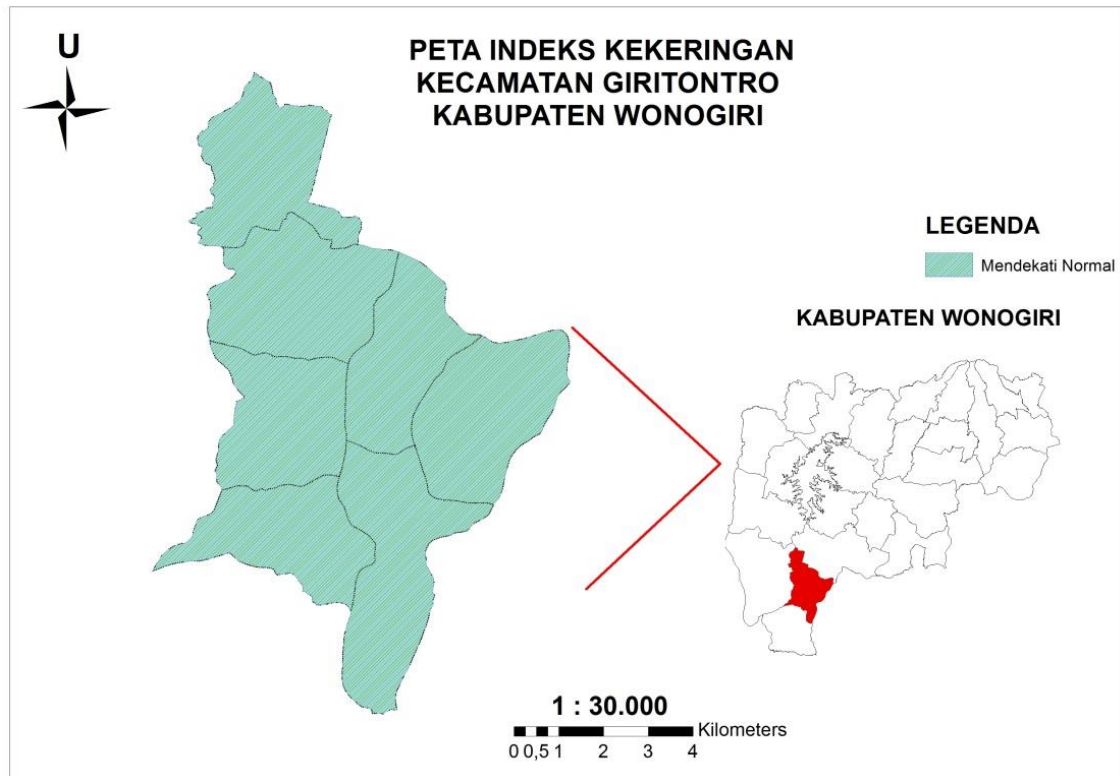
Indeks Kekeringan wilayah Giritontro (Gambar 2) memiliki nilai terendah pada bulan April 2012, yakni -2,74 yang termasuk dalam kategori amat sangat kering. Terdapat Indeks Kekeringan tertinggi terjadi pada bulan bulan September 2016, yakni 1,77 yang termasuk dalam kategori sangat basah. Pada tahun 2012 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Maret memiliki nilai -1,22 yang termasuk dalam kategori cukup kering, bulan April memiliki nilai -2,74 yang termasuk dalam kategori amat sangat kering serta pada bulan Mei memiliki nilai -1,83 yang termasuk dalam kategori sangat kering. Pada tahun 2013 bulan April hingga Mei, serta bulan Agustus hingga November termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99. Selain bulan tersebut (Desember–Maret dan Juni–Juli) termasuk dalam kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,00 hingga 1,49. Pada tahun 2014 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Juli dan Juni termasuk kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,00 hingga 1,49. Pada tahun 2015 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Mei termasuk kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI 1,09. Pada tahun 2016 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Mei dan November termasuk kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,00 hingga 1,49, serta pada bulan September dan Oktober termasuk kategori sangat basah karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,50 hingga 1,99.



Gambar 2. Grafik *Standardized Precipitation Index* 3 bulanan Kecamatan Giritontro

Pada tahun 2017 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan November termasuk kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI 1,30. Pada tahun 2018 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Januari dan Februari termasuk kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,00 hingga 1,49, serta terdapat kategori sangat kering pada bulan Desember dengan nilai indeks SPI sebesar -1,5. Pada tahun 2019 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI

berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Februari, Juni dan Juli termasuk kategori cukup kering karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,00 hingga 1,49. Pada bulan November memiliki nilai indeks SPI -2,09 yang termasuk dalam kategori amat sangat kering dan pada bulan Desember termasuk dalam kategori sangat kering karena memiliki nilai indeks SPI sebesar -1,93. Pada tahun 2020 banyak termasuk dalam kategori mendekati normal karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara -0,99 hingga 0,99, namun pada bulan Januari termasuk kategori cukup kering karena memiliki nilai indeks SPI -1,25. Tidak hanya itu, pada bulan April dan Oktober termasuk kategori cukup basah karena memiliki nilai indeks SPI berkisar antara 1,00 hingga 1,49.



**Gambar 1.** Peta Indeks Kekeringan bulan Januari-Desember Tahun 2012-2020 Kecamatan Giritontro

Indeks Kekeringan diperoleh bersumber dari data curah hujan selama 9 tahun terakhir (2012-2020). Indeks Kekeringan termasuk dalam kondisi mendekati normal pada Kecamatan Giritontro. Pada Gambar 3 menunjukkan Indeks Kekeringan di Kecamatan Giritontro mendekati normal, dengan rentang nilai 0,00 sampai 0,02. Kondisi wilayah Giritontro memiliki rata-rata curah hujan berkisar antara 1.750 mm/tahun sampai 2.250 mm/tahun yang termasuk mendekati curah hujan rata-rata di wilayah Indonesia.

**Tabel 2.** Hubungan kondisi fisik dan kimia tanah dengan indeks kekeringan wilayah penelitian

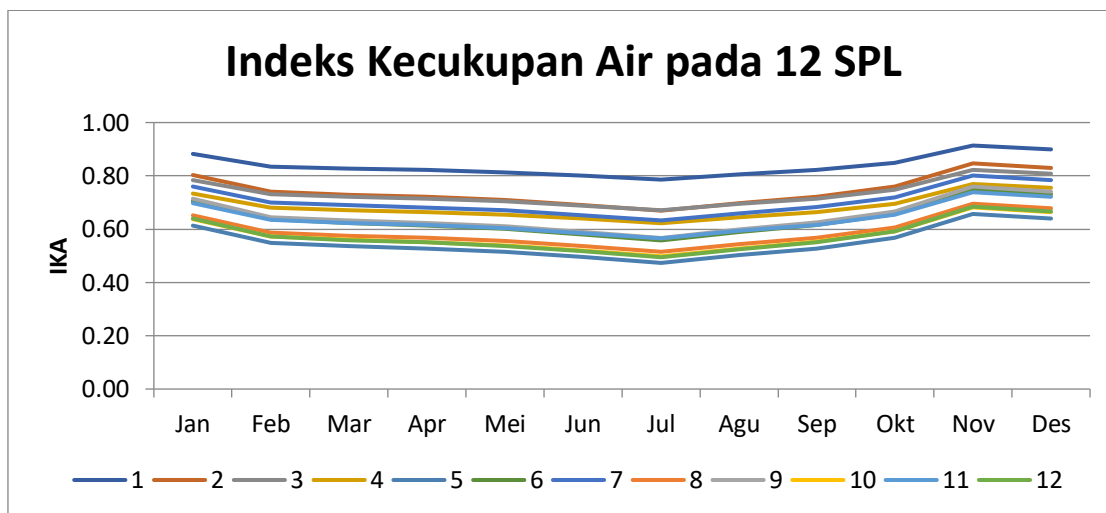
		SPI	Titik Layu Permanen	Kapasitas Lapangan	Kadar Lengas	Bahan Organik	Tekstur
Titik Layu Permanen	Pearson Correlation	-					
	Sig. (2-tailed)	0,137					
Kapasitas Lapangan	Pearson Correlation	-	<b>-0,394*</b>				
	Sig. (2-tailed)	0,326	0,017				
Kadar Lengas	Pearson Correlation	-	<b>0,752**</b>	<b>0,529**</b>			
	Sig. (2-tailed)	0,039	0,000	0,001			
Bahan Organik	Pearson Correlation	-	0,161	0,031	-0,179		
	Sig. (2-tailed)	0,192					

	Sig. (2-tailed)	0,262	0,347	0,859	0,297		
Tekstur	Pearson Correlation	<b>0,529**</b>	0,108	0,086	0,296	<b>-0,362*</b>	
	Sig. (2-tailed)	0,001	0,529	0,620	0,080	0,030	
Porositas	Pearson Correlation	-	-0,008	-0,293	-0,138	-0,043	-0,078
	Sig. (2-tailed)	0,032	0,855	0,961	0,083	0,422	0,650

Hasil korelasi (Tabel 2) antara tekstur dengan indeks kekeringan adalah ( $r = ,529^{**}$ ,  $p = 0,001$ ) yang berarti berkorelasi positif yang sangat signifikan ( $p\text{-value} < 0,05$ ) sehingga tekstur memiliki hubungan yang sangat nyata terhadap indeks kekeringan. Berdasarkan analisis uji ANOVA 5% terhadap indeks kekeringan SPI pada penggunaan lahan yang berbeda memiliki nilai  $p\text{-value}$  0,963, jenis tanah memiliki nilai  $p\text{-value}$  0,745 dan kemiringan lereng memiliki nilai  $p\text{-value}$  0,018. Kemiringan lereng mempengaruhi nilai indeks kekeringan SPI secara signifikan nilai ( $p\text{-value} < 0,05$ ).

**Indeks Kecukupan dan Kebutuhan Air untuk Produksi Tanaman Jagung**

Hasil perhitungan Indeks Kecukupan Air tanaman jagung di wilayah Kecamatan Giritontro ditampilkan pada Gambar 4. Nilai Indeks Kecukupan Air wilayah Giritontro memiliki nilai antara 0,49–0,91 dari bulan Januari sampai Desember, pada 12 SPL dengan pola nilai yang hampir sama. Kebutuhan air irigasi (Tabel 3) tertinggi pada bulan awal bulan Juli sebesar 297,9 mm/dec dan tengah bulan sebesar 284,8 mm/dec. Sebaliknya, kebutuhan air tanaman terendah terjadi pada awal bulan November, Desember dan Januari sebesar 0 mm/dec.



Gambar 4. Grafik Indeks Kecukupan Air di Kecamatan Giritontro

Tabel 3. Kebutuhan air irigasi

Bulan	Tanggal 1 mm/dec	Tanggal 15 mm/dec	Bulan	Tanggal 1 mm/dec	Tanggal 15 mm/dec
<b>Jan</b>	<b>0</b>	<b>1.1</b>	Jul	297.9	284.8
Feb	21.5	41.6	Agu	237	180.4
Mar	60.2	90.2	Sep	106.3	51.7
Apr	127.9	157.9	Okt	12.5	3.8
Mei	193.8	226.2	<b>Nov</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Jun	258	282.9	<b>Des</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Potensi Masa Tanam Jagung dan Pengelolaan Tanah Wilayah Penelitian**

Penentuan masa tanam ditentukan dengan memperhatikan IKA (Gambar 4), kebutuhan air irigasi tanaman (Tabel 3), serta Indeks Kekeringan lahan (Gambar 2) di wilayah penelitian. Potensi awal masa tanam terjadi pada Indeks Kecukupan Air lebih atau sama dengan 0,65. Awal masa tanam terbaik yaitu pada kondisi Indeks Kecukupan Air mendekati atau sama dengan 1. Masa tanam paling efektif untuk jagung di wilayah penelitian adalah bulan November.

Bulan November dan Desember dianggap menjadi waktu tanam paling efektif karena telah tercukupi kebutuhan air irigasinya menjadi tindakan preventif terhambatnya pertumbuhan tanaman dan meminimalisir resiko gagal panen.

### Diskusi

Indeks Kekeringan bervariasi setiap bulan berdasarkan perhitungan SPI setiap 3 bulan, pemilihan periode 3 bulan karena akumulasi curah hujan jangka pendek dan lebih efektif. Indeks kekeringan SPI dalam perhitungannya menggunakan data curah hujan variabel acak yang memiliki batas bawah asimetri positif serta tidak sesuai dengan distribusi normal (Łabędzki and Bąk 2015). Indeks Kekeringan SPI hanya membutuhkan data curah hujan dalam penghitungannya, batas normal kekeringan menjadikan dua penilaian yaitu skala temporal dan spasial (Nohegar *et al.* 2015).

Indeks Kekeringan didasarkan pada keadaan kebasahan dan kekeringan seperti indeks curah hujan standar serta data dari stasiun cuaca (Wang *et al.* 2015). Menurut Hunt *et al.* (2014), kekeringan suatu wilayah dapat terlihat secara jelas dengan data curah hujan serta variabel agrometeorologi. Berdasarkan penelitian (Aripbilah dan Suprpto 2021), nilai probabilitas keadaan mendekati normal menunjukkan kemungkinan dapat terjadinya resiko terjadi kekeringan. Tidak menentunya suatu musim setiap tahunnya maka perubahan nilai indeks kekeringan dapat terjadi. Iklim yang berubah-ubah dapat menimbulkan rendahnya intensitas curah hujan pada musim kemarau. Akibat dari perubahan ketersediaan air permukaan bumi yang tidak stabil menjadikan kekeringan atau kekurangan air pada waktu yang tidak tentu.

**Tabel 4.** Kondisi tekstur dan kadar lengas tanah pada 12 SPL

Satuan Peta Lahan	Tekstur	Lengas Tanah
1	Clay	12.00
2	Clay	14.17
3	Clay	14.47
4	Clay	13.61
5	Silty Clay Loam	13.36
6	Silty Clay Loam	12.20
7	Clay	15.11
8	Silty Clay Loam	9.34
9	Clay	13.24
10	Clay	12.39
11	Clay	12.93
12	Clay	10.43

Tekstur tanah berkorelasi positif yang sangat signifikan terhadap Indeks Kekeringan SPI wilayah Kecamatan Giritontro. Indeks Kekeringan tergolong sangat basah sampai amat sangat kering di Kecamatan Giritontro dengan kondisi kadar lengas memiliki kisaran persentase 4,91% (tekstur lempung debu) sampai 17,25% (tekstur klei). Tekstur tanah yang mendominasi di wilayah penelitian adalah 72% klei, 11% geluh lempung debu, 11% lempung debu, dan 5% geluh debu. Kondisi tanah klei memiliki permukaan yang luas dan bermuatan listrik sehingga dapat mengikat air tanah. Pada lahan kering ketersediaan air menjadi faktor utama yang menentukan rendah dan tingginya nilai produktivitas utama (Lumbantoran *et al.* 2015). Kekurangan ketersediaan air dalam kondisi lengas tanah pada kurun waktu tertentu menyebabkan kekeringan pada lahan dan berdampak pada kegagalan panen pertanian (Wang *et al.* 2015). Tidak terpenuhinya ketersediaan air permukaan dan air tanah termasuk dalam kekeringan agrohidrologi. Kekeringan mudah terjadi karena muka air tanah yang berada cukup dalam, sehingga ketersediaannya di permukaan tidak terpenuhi (kekeringan agrohidrologi). Hubungan keduanya merupakan semakin dalam muka air tanah maka semakin tinggi tingkat kekeringan Syarif *et al.* (2013). Lahan dengan lengas tanah yang rendah termasuk kategori tidak kering, namun kekeringan terjadi pada lapisan muka air tanah yang diserap oleh tanaman. Kondisi lengas tanah merupakan cadangan bila tidak terdapat masukan air. Lahan yang kering menyebabkan kelembapan tanah rendah sehingga fungsi tanah sebagai pengatur proses fisiologis tanaman menjadi terhambat karena zona perakaran yang kekurangan air (Ajaz *et al.* 2019). Kekeringan menjadikan peningkatan kerugian tanaman jagung karena peningkatan efisiensi transpirasi bergantung pada pola kekeringan (Webber *et al.* 2018). Berdasarkan analisis uji DMRT 5% didapatkan kemiringan lereng mempengaruhi nilai Indeks Kekeringan SPI wilayah Kecamatan Giritontro. Kemiringan lereng yang semakin tinggi menentukan Nilai Indeks Kekeringan SPI yang semakin tinggi. Kekeringan suatu wilayah dipengaruhi oleh resapan air tanah berdasarkan bentuk kelerengan. Wilayah kelerengan yang tinggi biasa pada daerah pegunungan memiliki nilai Indeks Kekeringan yang rendah



karena resapan air tanah baik (Afif *et al* 2018). Kemiringan lereng merupakan perbandingan beda tinggi dengan jarak antara dua titik. Kemiringan lereng yang tinggi, air tanah mengalir bergerak ke bawah dalam bentuk resapan serta banyak mengandung klei akibat pencucian lapisan atas (Marsjad dan Riadi 2013).

Hasil panen suatu tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan air, kurangnya ketersediaan air dapat menjadi cekaman pada tanaman. Besarnya kebutuhan air pada tanaman jagung merupakan pengaruh kondisi iklim (Moioli *et al.* 2018). Kekeringan tanaman dapat dihitung berdasarkan kompleksitas dan kecukupan air pada proses dalam tanah serta tanaman (Woli *et al.* 2012). Rendahnya air tanah dapat menurunkan fiksasi N<sub>2</sub> karena daerah perakaran sensitif pada cekaman kekeringan (Kim *et al.* 2012). Upaya pencegahan terjadinya cekaman air pada tanaman akan meminimalisir resiko kerusakan tanaman akibat kekurangan air (Kaur and Asthir 2017). Hasil penelitian Pradawet *et al.* (2022) cekaman kekeringan pada budidaya tanaman jagung menyebabkan penurunan hasil panen hingga 64% mencapai tahap kritis. Evaluasi ketersediaan air tanah merupakan tindakan yang penting dalam penentuan indeks yang mencukupi karena berpengaruh terhadap sifat fisiologis tanaman (Yan *et al.* 2015), terjadinya degradasi sintesis klorofil mempengaruhi berkurangnya klorofil total merupakan dampak pencemaran udara (Tanee and Albert 2013).

Kehilangan hasil pertanian dapat diminimalisir dengan Indeks Kecukupan Air sehingga dapat membuat strategi penanaman kejadian hilangnya hasil pertanian seperti gagal panen dapat dihindari dan diminimalisir dengan perhitungan IKA, karena data-data IKA dapat digunakan guna membantu penentuan waktu tanam yang tepat (Meidelfi and Hartati 2013). Alternatif pencadangan air tanah dapat melalui pembuatan dam parit yang berfungsi sebagai penampung aliran air permukaan. Informasi Indeks Kekeringan dan Indeks Kecukupan Air perlu diberitahukan pada petani setempat. Petani setempat diharapkan dapat mengaplikasikan masa tanam terbaik dan menghindari resiko kegagalan panen dan meminimalisir kerugian yang cukup tinggi sehingga meningkatkan sosial ekonomi. Tujuan pengelolaan resiko kekeringan adalah membangun adaptasi masyarakat dalam informasi suatu bencana (Surmaini 2016).

## KESIMPULAN

Kekeringan Kecamatan Giritontro pada tahun 2012–2020 termasuk dalam kategori mendekati normal berkisar antara -0,94 hingga 0,87. Indeks Kecukupan Air tanaman jagung wilayah Giritontro antara 0,47–0,91 dari bulan Januari sampai Desember. Nilai IKA tertinggi pada SPL 1 senilai 0,91 dan terendah pada SPL 5 senilai 0,47. Masa tanam yang paling tepat untuk tanaman jagung adalah pada bulan November dan Desember, karena kebutuhan air irigasi oleh tanah pada bulan tersebut paling sedikit diantara bulan lainnya sehingga input air irigasi untuk budidaya juga rendah. Kebutuhan air irigasi terendah dapat menentukan masa tanam paling efektif untuk tanaman jagung di wilayah penelitian pada bulan November. Lahan dengan kondisi tanah yang kering di wilayah penelitian disebabkan oleh kondisi tekstur yang didominasi klei (semakin tinggi persentase klei semakin tinggi SPI), selain itu kondisi kering juga dipengaruhi oleh dipengaruhi topografi yang beragam, semakin curam kemiringan lahan maka semakin tinggi tingkat kekeringannya (SPI). Kekeringan di wilayah penelitian berhubungan dengan tekstur tanah serta dipengaruhi oleh kemiringan lereng. Alternatif yang dilakukan untuk tindakan preventif terhambatnya pertumbuhan tanaman dan gagal panen adalah dengan pencadangan air tanah dapat melalui pembuatan dam parit yang berfungsi sebagai penampung aliran air permukaan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta Indonesia dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan naskah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi HP. 2011. Kondisi dan konsep penanggulangan bencana kekeringan di Jawa Tengah. Seminar Nasional Mitigasi dan Ketahanan Bencana.
- Adnan M. 2020. Role of potassium in maize production: a review. Open Access Journal of Biogenetic Science and Research 3(5).
- Afif HA, Harist MC, Putri DN. 2018. Pemetaan wilayah potensi kekeringan menggunakan sistem informasi geografi dan penginderaan jauh studi kasus Kabupaten Brebes. Seminar Nasional Geomatika : Penggunaan Dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional.
- Ajaz A, Taghvaeian S, Khand K, Gowda PH, Moorhead JE. 2019. Development and evaluation of an agricultural drought index by harnessing soil moisture and weather data. Water (Switzerland) 11(7).

- Aripbilah SN, Suprpto H. 2021. Analisis kekeringan di kabupaten Sragen dengan metode palmer, thornthwaite, dan standardized precipitation index. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*. 17(2): 111–124.
- Bazrafshan J, Hejabi S, Rahimi J. 2014. Drought monitoring using the multivariate standardized precipitation index (MSPi). *Water Resources Management* 28(4): 1045–1060.
- Bouaziz M, Medhioub E, Csaplovisc E. 2021. A machine learning model for drought tracking and forecasting using Remote Precipitation Data and a Standardized Precipitation Index from arid regions. *Journal of Arid Environments* 189(February): 104478.
- Cairns JE, Hellin J, Sonder K, Araus JL, MacRobert JF, Thierfelder C, Prasanna BM. 2013. Adapting maize production to climate change in sub-Saharan Africa. *Food Security* 5(3): 345–360.
- Fauzi M, Mutia T, Akhmad R, Hadi H. 2021. Pemetaan sebaran daerah rawan kekeringan untuk menentukan sistem pertanian di Kabupaten Lombok Tengah. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi* 5(1): 144–153.
- Hao Z, AghaKouchak A. 2013. Multivariate Standardized Drought Index: A parametric multi-index model. *Advances in Water Resources* 57: 12–18.
- Hariyanti KS, June T, Koesmaryono Y, Hidayat R, Pramudia A. 2020. Penentuan waktu tanam dan kebutuhan air tanaman padi, jagung, kedelai dan bawang merah di Provinsi Jawa Barat dan Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim* 43(1): 83–92.
- Hunt ED, Svoboda M, Wardlow B, Hubbard K, Hayes M, Arkebauer T. 2014. Monitoring the effects of rapid onset of drought on non-irrigated maize with agronomic data and climate-based drought indices. *Agricultural and Forest Meteorology* 191: 1–11.
- Kaur G, Asthir B. 2017. Molecular responses to drought stress in plants. In *Biologia Plantarum* Springer Netherlands 61(2): 201–209.
- Khairiyah, Khadijah S, Iqbal M, Erwan S, Norlian, Mahdiannoor. 2017. Pertumbuhan dan hasil tiga varietas jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap berbagai dosis pupuk organik hayati pada lahan Rawa Lebak. *Ziraa'ah* 42(3): 230–240.
- Kim Y, Glick BR, Bashan Y. 2012. Enhancement of Plant Drought Tolerance by Microbes.
- Łabędzki L, Bąk B. 2015. Meteorological and agricultural drought indices used in drought monitoring in Poland: a review. *Meteorology Hydrology and Water Management* 2(2): 3–14.
- Loo YY, Billa L, Singh A. 2015. Effect of climate change on seasonal monsoon in Asia and its impact on the variability of monsoon rainfall in Southeast Asia. *Geoscience Frontiers* 6(6): 817–823.
- Lumbantoruan SM, Sahar A, Elfiati D, Sitohang C. 2015. Efektivitas pemberian beberapa jenis bahan organik tandan kosong kelapa sawit dan mikoriza pada tanaman karet di tanah cekaman kekeringan. *Jurnal Pertanian Tropik* 2(3): 300–310.
- Marsjad AB, Suriadi M, Riadi B. 2013. Potensi risiko bencana alam longsor terkait cuaca ekstrim di Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Geomatika* 19(1): 57–63.
- Meidelfi D, Hartati S. 2013. Aplikasi sistem pendukung keputusan kelompok untuk pemilihan aplikasi sistem pendukung keputusan kelompok untuk pemilihan tanaman pertanian lahan kering. *Berkala MIPA* 23(3).
- Meng Q, Hou P, Wu L, Chen X, Cui Z, Zhang F. 2013. Understanding production potentials and yield gaps in intensive maize production in China. *Field Crops Research* 143: 91–97.
- Moioli E, Salvati F, Chiesa M, Siecha RT, Manenti F, Laio F, Rulli MC. 2018. Analysis of the current world biofuel production under a water–food–energy nexus perspective. *Advances in Water Resources* 121: 22–31.
- Nichol JE, Abbas S. 2015. Integration of remote sensing datasets for local scale assessment and prediction of drought. *Science of the Total Environment* 505: 503–507.
- Nohegar A, Mahmoodabadi S, Norouzi A. 2015. Comparison the suitability of SPI, PNI and DI drought index in kahurestan watershed (hormozgan province/South of Iran). *Journal of Environment and Earth Science* 5(8)
- Nurrohmah H, Nurjani E. 2017. Kajian kekeringan meteorologis menggunakan Standardized Precipitation Index (SPI) di provinsi Jawa Tengah. *Geomedia* 15(1).
- Pradawet C, Khongdee N, Pansak W, Spreer W, Hilger T, Cadisch G. 2022. Thermal imaging for assessment of maize water stress and yield prediction under drought conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science* 1–15.
- Ranum P, Peña-Rosas JP, Garcia-Casal MN. 2014. Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1312(1): 105–112.
- Rejekiingrum P, Surmaini E. 2014. Penentuan masa tanam berdasarkan Indeks Kecukupan Air dan unsur dominan iklim penentu produksi kedelai di Jawa Timur: 316–326.
- Saidah H, Budianto MB, Hanifah L. 2017. Analisa indeks dan sebaran kekeringan menggunakan metode Standardized Precipitation Index (SPI) dan Geographical Information System (GIS) untuk Pulau Lombok. 5(2) : 173–179.
- Sigit AA, Priyono KD, Priyana Y. 2015. Pemanfaatan air sungai bawah tanah gua suruh untuk masyarakat desa Pucung, Eremoko, Wonogiri. *WARTA* 18(1):10–19.
- Syarif MM, Barus B, Effendy S. 2013. Penentuan indeks bahaya kekeringan agro-hidrologi: studi kasus wilayah Sungai Kariango Sulawesi Selatan. *Jurnal Tanah Lingkungan* 15(1): 12–19.
- Tanee FBG, Albert. 2013. Air pollution tolerance indices of plants growing around Umuebulu Gas Flare Station in Rivers State, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology* 7(1): 1–8.

- Utami D, Hadiani Rr.R, Susilowati. 2013. Prediksi kekeringan berdasarkan standarized precipitation index (SPI) pada daerah aliran sungai keduang di kabupaten Wonogiri. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil 1(3).
- Wang H, Rogers JC, Munroe DK. 2015. Commonly used drought indices as indicators of soil moisture in China. *Journal of Hydrometeorology* 16(3): 1397–1408.
- Webber H, Ewert F, Olesen JE, Müller C, Fronzek S, Ruane AC, Bourgault M, Martre P, Ababaei B, Bindi M, Ferrise R, Finger R, Fodor N, Gabaldón-Leal C, Gaiser T, Jabloun M, Kersebaum KC, Lizaso JI, Lorite IJ, ... Wallach D. 2018. Diverging importance of drought stress for maize and winter wheat in Europe. *Nature Communications* 9(1).
- Widyastuti R, Tambunan MP, Taqyuddin, Tambunan RP. 2020. Pola sebaran kekeringan di kecamatan simpenan menggunakan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*). *Jurnal Geosaintek* 6(1): 19–24.
- Woli P, Jones JW, Ingram KT, Fraisse CW. 2012. Agricultural reference index for drought (ARID). *Agronomy Journal* 104(2): 287–300.
- Yan W, Zhong Y, Shangguan Z. 2015. Evaluation of physiological traits of summer maize under drought stress. 4710(October).
- Zampieri M, Ceglar A, Dentener F, Dosio A, Naumann G, Van den Berg M, Toreti A. 2019. When will current climate extremes affecting maize production become the norm? *Earth's Future* 7(2): 113–122.