

**ANALISIS POLA KEKERINGAN LAHAN PERTANIAN
DI KABUPATEN KENDAL DENGAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA *THERMAL VEGETATION INDEX*
DARI CITRA SATELIT MODIS TERRA**

Muchammad Misbachul Munir, Bandi Sasmito, Haniah^{*)}

*Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp.(024) 76480785, 76480788
email : geodesi@undip.ac.id*

ABSTRAK

Kabupaten Kendal merupakan salah satu daerah yang terkena dampak kekeringan karena kemarau panjang. Ancaman kekeringan akibat pengaruh iklim tidak dapat dihindari, tetapi dapat diminimalkan dampaknya jika pola kekeringan di suatu daerah dapat diketahui.

Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan aplikasi dari penginderaan jauh yaitu melalui pengolahan dan analisis menggunakan algoritma *Thermal Vegetation Index* (TVI) yang merupakan rasio antara *Land Surface Temperature* (LST) dan *Enhanced Vegetation Index* (EVI) untuk mengkaji sebaran dan pola kekeringan pertanian Kabupaten Kendal tahun 2010-2014 yang kemudian akan dihubungkan dengan karakteristik wilayahnya untuk mengetahui keterkaitannya dengan kekeringan di Kabupaten Kendal.

Kejadian kekeringan sangat luas terjadi pada bulan September 2012 dengan luas 17.275,792 ha, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan September 2010 seluas 998,699 ha. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa karakteristik fisik lahan berpengaruh terhadap kejadian kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal.

Kata Kunci: EVI, Kekeringan lahan pertanian, LST, MODIS, TVI

ABSTRACT

Kendal is one of the areas affected by drought. Threat of drought due to climate influences can not be avoided but the impact can be minimized if the pattern of drought in a region may be known.

*One way that used by using the application of remote sensing is through the processing and analysis algorithms *Thermal Vegetation Index* (TVI) which is the ratio between *Land Surface Temperature* (LST) and *Enhanced Vegetation Index* (EVI) to assess the distribution and patterns of agricultural drought Kendal in the year 2010-2014 will be connected to the characteristics of the region to determine its relevance to the drought in Kendal.*

The widest drought occurred in September 2012 with an area of 17275.792 ha, while the lowest drought occurred in September 2010 covering an area of 998.699 ha. Statistical analysis showed that the physical characteristics of the land effect on the incidence of agricultural drought in Kendal.

Keywords: *Agricultural drought, EVI, LST, MODIS, TVI*

**) Penulis, Penanggungjawab*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang terletak di kawasan tropis, kekeringan merupakan sebuah bencana alam yang hampir setiap tahun dialami Indonesia. Posisi Indonesia yang berada pada belahan bumi dengan iklim monsoon tropis yang sangat sensitif terhadap anomali iklim *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO). ENSO menyebabkan terjadinya kekeringan apabila kondisi suhu permukaan laut di Pasifik Equator

bagian tengah hingga timur menghangat. (Rahayu, 2011)

Kabupaten Kendal merupakan salah satu daerah di Indonesia yang terkena dampak anomali iklim ENSO tersebut. Pada bulan September 2014 diberitakan pada laman liputan6.com bahwa di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah telah terjadi kekeringan yang disebabkan kemarau panjang sehingga menyebabkan lahan pertanian di Kabupaten Kendal terancam puso.

Ancaman kekeringan akibat pengaruh iklim memang tidak dapat dihindari, tetapi dapat diminimalkan dampaknya jika pola kekeringan di suatu daerah dapat diketahui. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan aplikasi dari penginderaan jauh yaitu melalui pengolahan dan analisis menggunakan algoritma *Thermal Vegetation Index* (TVI) dari citra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang instrumen sensornya dibawa oleh satelit Terra. Satelit tersebut memiliki resolusi temporal setiap hari, sehingga dapat memantau keadaan lingkungan bumi dan perubahan-perubahan yang terjadi pada iklim dengan detail. Dengan menggunakan aplikasi dari penginderaan jauh tersebut, pemantauan kekeringan di lahan pertanian secara berkesinambungan diharapkan dapat memberikan masukan informasi bagi pemerintah Kabupaten Kendal mengenai daerahnya yang berpotensi mengalami kekeringan.

Berdasarkan uraian di atas, model *Thermal Vegetation Index* (TVI) akan digunakan untuk mengkaji sebaran dan pola kekeringan pertanian di Kabupaten Kendal tahun 2010-2014 yang kemudian akan dihubungkan dengan karakteristik wilayahnya untuk mengetahui keterkaitannya dengan kekeringan di Kabupaten Kendal.

2. Metodologi

Penelitian ini mencakup seluruh area lahan pertanian di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Secara geografis Kabupaten Kendal terletak pada koordinat 109°40'-110°18' Bujur Timur dan 6°32'-7°24' Lintang Selatan.

2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data *Surface Reflectance* dan *Land Surface Temperature* citra MODIS Terra Bulan Juli-September 2010, Juli-September 2011, Juli-September 2012, Juli-September 2013 dan Juli-September 2014 dengan resolusi temporal 8 harian dan resolusi spasial 250 meter untuk data *Surface Reflectance* dan 1.000 meter untuk data *Land Surface Temperature*. Data tersebut diperoleh dari situs <http://ladsweb.nascom.nasa.gov> milik NASA.
- b. Data TRMM 3B42 Bulan Juli-September 2010, Juli-September 2011, Juli-September 2012, Juli-September 2013 dan Juli-September 2014 dengan resolusi temporal 3 jam dan resolusi spasial 0,25° x 0,25° yang diperoleh dari situs TRMM *Online Visualization and Analysis System* (TOVAS).
- c. Peta administrasi Kabupaten Kendal yang diperoleh dari BAPPEDA Kabupaten Kendal.

2.2 Pengolahan Data

2.2.1 Ekstraksi Data *Surface Reflectance* dan *Land Surface Temperature*

Data MODIS yang diperoleh memiliki format data HDF (*Hierarchical Data Format*) sehingga dalam pengolahannya diperlukan suatu *tools* khusus yang dapat membaca dan mengekstrak isi dari citra MODIS. *Tools* yang digunakan adalah MODIS *Conversion Toolkit* (MCTK) yang merupakan suatu *plugins* tambahan untuk mengkonversi dan memproyeksikan data HDF pada *software* ENVI (White, 2014).

Dengan menggunakan *tools* tersebut dilakukan proses ekstraksi data *Surface Reflectance* dari data MOD9Q1 dan data *Land Surface Temperature* dari data MOD11A2, serta memproyeksikan kembali proyeksi citra dari proyeksi sinusoidal menjadi proyeksi geografis.

2.2.2 Memperoleh Nilai *Enhanced Vegetation Index* (EVI)

Untuk memperoleh nilai EVI dilakukan dengan menggunakan rumus EVI2. Dimana pada rumus ini untuk memperoleh nilai EVI hanya dibutuhkan data *Surface Reflectance* citra MODIS dari saluran band 1 yang merupakan saluran band merah dan band 2 yang merupakan saluran band *Near Infrared* tanpa menggunakan saluran band 3, tidak seperti halnya pada rumus EVI pada penelitian sebelumnya yang menggunakan 3 saluran band (*Red, Near Infrared* dan *Blue*) pada citra MODIS untuk memperoleh nilai EVI. Nilai EVI2 dapat dihitung dengan persamaan (Huete, 2007)

$$EVI2 = 2,5((N - R))/((N + 2,4 R + 1))..... (1)$$

Keterangan:

- N= Reflektan band *Near Infrared*, dan
- R= Reflektan band Merah.

2.2.3 Memperoleh Nilai *Land Surface Temperature* (LST)

Nilai *Land Surface Temperature* diperoleh dari data produk citra MODIS dengan kode MOD11A2 8 harian dengan resolusi spasial 1.000 meter. Untuk memperoleh nilai LST tersebut dilakukan dengan mengekstraksi data MOD11A2 yang telah disediakan dari situs NASA. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan *tools* MODIS *Conversion Toolkit* pada *software* ENVI. Dari data hasil ekstraksi diperoleh nilai LST yang masih berada dalam satuan Kelvin, sehingga diperlukan konversi agar data tersebut berada dalam satuan Celsius.

2.2.4 Melakukan Perhitungan Algoritma Thermal Vegetation Index (TVI)

Setelah memperoleh nilai EVI dan LST dari proses sebelumnya, kemudian nilai EVI dan LST 8 harian tersebut dijadikan rerata bulanan sehingga didapatkan nilai EVI dan LST bulan Juli-September tahun 2010-2014. Selanjutnya dilakukan proses perhitungan algoritma *Thermal Vegetation Index* yang merupakan rasio antara nilai EVI dengan LST untuk mendapatkan nilai indeks kekeringan yang merupakan gambaran kondisi kekeringan tanaman padi sawah yang nantinya digunakan untuk menganalisis kekeringan. Rumus TVI adalah sebagai berikut: (Dirgahayu, 2006)

$$TVI = LST/IV \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- TVI = *Thermal Vegetation Index*
- LST = *Land Surface Temperature*
- IV = *Index Vegetation*

2.3 Analisis Hubungan LST dengan Indeks Vegetasi

Suhu permukaan lahan yang meningkat menyebabkan pertambahan evapotranspirasi, sehingga ketersediaan air bagi tanaman akan berkurang. Tingkat kehijauan tanaman akan mengalami penurunan untuk menghadapi kondisi kekeringan tersebut. Kondisi kekeringan dapat dideteksi berdasarkan perubahan LST dan IV. Pada umumnya hubungan antara LST dan IV adalah berkebalikan, yaitu kenaikan LST disertai penurunan IV atau sebaliknya. Dalam penelitian ini IV yang digunakan adalah EVI (*Enhanced Vegetation Index*). Kombinasi antara LST dan EVI digunakan sebagai indikator kondisi kekeringan vegetasi/tanaman, khususnya tanaman padi sawah. Nilai kelas kekeringan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nilai Kelas Kekeringan

No	Kelas Kekeringan	TVI
1	Ringan	55 – 70
2	Sedang	71 – 85
3	Berat	85 – 99
4	Sangat Berat	> 99

Sumber: Dirgahayu, 2006

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pola Kekeringan 2010-2014

Kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal terjadi hampir disetiap tahun walaupun jumlah kejadian dan luasan kekeringan yang terjadi tidak sama setiap tahunnya. Dari hasil pengolahan data

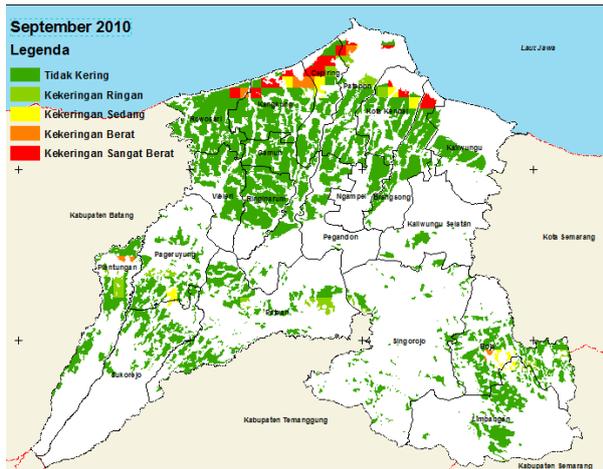
yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa kekeringan lahan pertanian sangat berat yang paling parah terjadi pada tahun 2012 dimana jumlah luasan kekeringan lahan pertanian pada tahun tersebut lebih besar dibandingkan pada tahun-tahun lainnya. Sementara untuk jumlah kekeringan sangat berat paling sedikit terjadi pada tahun 2010. Pola kekeringan yang terjadi pada lahan pertanian di Kabupaten Kendal dimulai pada bulan Juli kemudian meningkat setiap bulan sampai pada puncaknya yaitu bulan September disetiap tahunnya, namun untuk tahun 2010 terjadi perbedaan pola kekeringan dimana justru jumlah luasan kekeringan sangat berat menurun disetiap bulannya. Peningkatan maupun penurunan jumlah kekeringan tersebut disebabkan oleh curah hujan yang terjadi disetiap bulannya.

Hasil perubahan luas kekeringan lahan pertanian sangat berat tahun 2010-2014 di Kabupaten Kendal disajikan pada tabel 3.1.

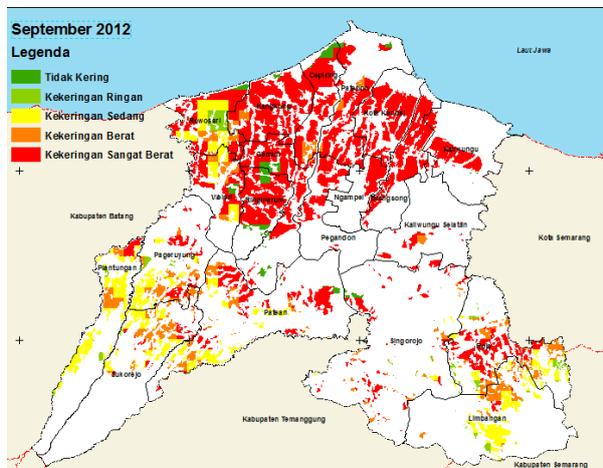
Tabel 3.1. Luas (ha) Kekeringan Lahan Pertanian Sangat Berat di Kabupaten Kendal Tahun 2010-2014

No	Tahun	Bulan		
		Juli	Agustus	September
1	2010	3.423,895	1.487,933	998,699
2	2011	3.172,400	5.449,830	14.770,017
3	2012	5.337,908	7.309,352	17.275,792
4	2013	3.944,134	3.993,756	15.411,814
5	2014	8.266,739	2.769,060	14.478,757

Kekeringan lahan pertanian sangat berat kebanyakan terjadi di daerah yang dekat dengan pantai Utara Jawa hal ini dikarenakan suhu di wilayah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang jauh dari pantai Utara Jawa sehingga kejadian kekeringan lahan pertanian masih bisa terjadi walaupun curah hujan rata-rata relatif sedang. Fenomena ini membuktikan bahwa faktor yang mempengaruhi kekeringan tidak hanya disebabkan karena faktor curah hujan, tetapi faktor lain seperti letak geografis, kelerengan lahan, dan jenis tanah juga jenis tanaman dapat menyebabkan kekeringan.



Gambar 3.1. Kekeringan September 2010

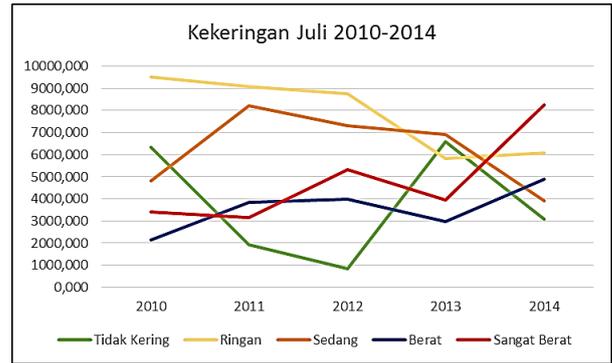


Gambar 3.2. Kekeringan September 2012

3.2 Pola Kekeringan Pada Bulan yang Sama Tahun 2010-2014

3.2.1 Juli

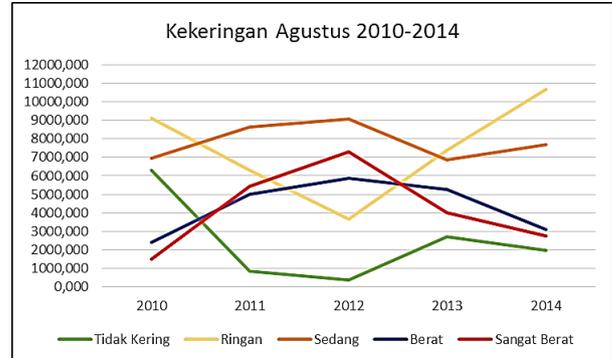
Kekeringan lahan pertanian bulan Juli 2010-2014 didominasi oleh kekeringan ringan kecuali tahun 2013 dan 2014. Pada bulan Juli 2013 kekeringan lahan pertanian didominasi kekeringan dengan tingkat sedang yang terjadi seluas 6.903,069 ha atau 26,31% dari luas seluruh lahan pertanian di Kabupaten Kendal. Sementara pada bulan Juli 2014, kekeringan sangat berat lahan pertanian sangat berat mencapai luas yaitu sebesar 8.266,739 ha dari luas seluruh lahan pertanian di Kabupaten Kendal dan bulan Juli 2014 juga menjadi bulan dengan tingkat kekeringan sangat berat terluas daripada tahun-tahun lainnya.



Gambar 3.3. Grafik Perubahan Luas Kekeringan Lahan Pertanian Bulan Juli 2010-2014

3.2.2 Agustus

Pada bulan Agustus 2010-2014 kekeringan lahan pertanian didominasi oleh kekeringan dengan tingkat sedang hampir setiap tahunnya. Tingkat kekeringan ini meningkat daripada bulan Juli 2010-2014 yang hanya didominasi kekeringan ringan. Namun pada bulan Agustus tahun 2014, kejadian kekeringan lahan pertanian justru mengalami kekeringan ringan pada lahan pertanian dengan luas mencapai 10.665,910 ha atau 40,65% dari seluruh luas lahan pertanian di Kabupaten Kendal dan menjadi kejadian kekeringan ringan paling luas pada bulan Agustus dari tahun-tahun lainnya.

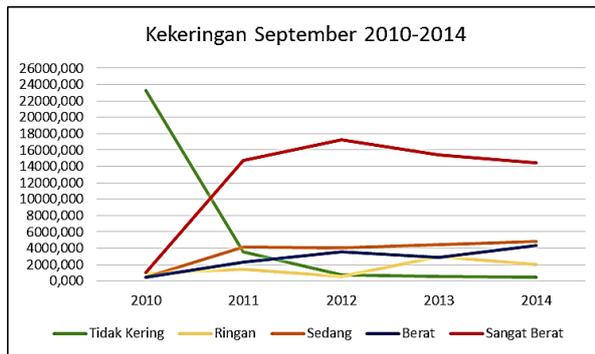


Gambar 3.4. Grafik Perubahan Luas Kekeringan Lahan Pertanian Bulan Agustus 2010-2014

3.2.3 September

Kekeringan lahan pertanian sangat berat mendominasi pada bulan September hampir disetiap tahunnya, kecuali pada bulan September 2010 yang tercatat hanya mengalami kekeringan sangat berat seluas 998,699 ha. Pada tahun 2010 sendiri terlihat bahwa tren luasan kekeringan sangat berat menurun disetiap bulannya dari bulan Juli-September. Hal ini berbeda dengan tahun-tahun lainnya yang justru mengalami tren peningkatan luas kekeringan lahan pertanian sangat berat pada setiap bulannya. Kekeringan lahan pertanian sangat berat pada bulan September terjadi pada tahun 2012 dengan luas

kekeringan mencapai 17.275,792 ha atau 65,84% dari luas seluruh lahan pertanian di Kabupaten Kendal.



Gambar 3.5. Grafik Perubahan Luas Kekeringan Lahan Pertanian Bulan September 2010-2014

3.3 Hubungan Kekeringan dengan Kondisi Fisik Lahan Pertanian

Sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Daruati (2013), pada penelitian ini akan digunakan uji *Chi Square* untuk menunjukkan hubungan antara kekeringan dengan kondisi fisik lahan pertanian. Sehingga dapat diketahui keterkaitan antara kondisi fisik lahan pertanian di Kabupaten Kendal dengan kekeringan yang terjadi.

3.3.1 Hubungan antara Kekeringan dengan Curah Hujan

Tabel 3.2. Hasil Uji *Chi Square* antara Tingkat Kekeringan dan Curah Hujan

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	231,898 ^a	8	,000
Likelihood Ratio	255,484	8	,000
Linear-by-Linear Association	150,026	1	,000
N of Valid Cases	7.296		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,11.

Dari hasil uji *Chi Square* pada tabel 3.2, didapatkan nilai *p-value* = 0 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa tingkat kekeringan yang terjadi di Kabupaten Kendal memiliki keterkaitan dengan tingkat curah hujan.

3.3.2 Hubungan antara Kekeringan dengan Kelerengan

Tabel 3.3. Hasil Uji *Chi Square* antara Tingkat Kekeringan dan Tingkat Kelerengan

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.235,725 ^a	16	,000
Likelihood Ratio	1.195,783	16	,000
Linear-by-Linear Association	226,683	1	,000
N of Valid Cases	5.457		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,62.

Dari hasil uji *Chi Square* pada tabel 3.3, diperoleh nilai *p-value* = 0 dan lebih kecil daripada nilai $\alpha = 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kelerengan memang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan tingkat kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal.

3.3.3 Hubungan antara Kekeringan dengan Jenis Tanah

Dari hasil uji statistik *Chi Square* yang terlihat pada tabel 3.4 dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat keterkaitan antara kejadian kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal dengan jenis tanahnya. Dari hasil tersebut, kekeringan akan lebih berpotensi terjadi pada lahan pertanian yang berada pada tanah berjenis Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat Kekelabuan. Dilihat dari sifatnya, jenis tanah tersebut memiliki tekstur tanah yang liat atau liat berpasir, mempunyai konsistensi keras waktu kering dan kompak pada waktu lembab. Hal itulah yang menyebabkan kenapa tanah berjenis Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat kekelabuan memiliki potensi untuk terjadi kekeringan sangat berat pada lahan pertanian.

Tabel 3.4. Hasil Uji *Chi Square* antara Tingkat Kekeringan dan Jenis Tanah

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.714,352 ^a	24	,000
Likelihood Ratio	2.897,187	24	,000
Linear-by-Linear Association	881,082	1	,000
N of Valid Cases	5.457		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,29.

3.4 Karakteristik Fisik Wilayah Kekeringan Lahan Pertanian di Kabupaten Kendal

Dari hasil pengolahan data 5 tahun dari tahun 2010-2014 menggunakan statistik, diperoleh urutan jenis tanah dari yang paling berpengaruh terhadap kekeringan lahan pertanian sampai yang memiliki pengaruh paling kecil adalah sebagai berikut:

- a. Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat Kekelabuan,

- b. Asosiasi Mediteran Coklat Litosol,
- c. Asosiasi Mediteran Coklat dan Regosol,
- d. Mediteran Merah Tua dan Regosol,
- e. Aluvial Hidromorf,
- f. Kompleks Grumusol Kelabu dan Litosol, dan
- g. Latosol Coklat.

Sedangkan untuk tingkat kelerengan didapatkan urutan tingkat kelerengan dari yang paling berpengaruh sampai yang memiliki pengaruh paling kecil pada kekeringan lahan pertanian adalah sebagai berikut:

- a. Wilayah dengan tingkat kelerengan 0-8%,
- b. Wilayah dengan tingkat kelerengan 8-15%,
- c. Wilayah dengan tingkat kelerengan 15-25%,
- d. Wilayah dengan tingkat kelerengan 25-40%, dan
- e. Wilayah dengan tingkat kelerengan lebih dari 40%.

Dan untuk curah hujan rata-rata yang paling berpengaruh terhadap kekeringan lahan pertanian sampai memiliki pengaruh paling kecil adalah sebagai berikut:

- a. Curah hujan rata-rata 0-20 mm/bulan,
- b. Curah hujan rata-rata 21-50 mm/bulan,
- c. Curah hujan rata-rata 51-100 mm/bulan, dan
- d. Curah hujan rata-rata lebih dari 100 mm/bulan.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

1. Dari hasil validasi lapangan didapatkan persentase kesesuaian sebesar 63,3%, dengan menggunakan skala peta 1:150.000 maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma TVI mencukupi untuk mendeteksi kejadian kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal. Rendahnya persentase kesesuaian disebabkan karena adanya kerancuan antara lahan pertanian yang benar-benar terjadi kekeringan dengan lahan pertanian yang sudah memasuki masa panen, kedua kondisi tersebut dapat terdeteksi sebagai kekeringan sangat berat oleh algoritma TVI karena tingkat kehijauan yang diperoleh dari nilai EVI rendah sehingga apabila dibandingkan dengan LST akan mendapatkan hasil TVI yang besar.
2. Sebaran kekeringan lahan pertanian yang berpotensi untuk mengalami kekeringan sedang sampai sangat berat pada musim kemarau berada pada lahan pertanian yang ada pada wilayah Kabupaten Kendal bagian Utara yang merupakan daerah dataran rendah dengan kelerengan 0-8% dan berjenis tanah aluvial. Pola kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal dimulai pada bulan Juli yang terjadi

pada sebagian lahan pertanian di bagian Utara Kabupaten Kendal, kemudian bertambah luas ke bagian Tengah Kabupaten Kendal pada bulan Agustus dan pada bulan September kekeringan lahan pertanian bertambah luas ke arah Selatan Kabupaten Kendal.

3. Dari hasil uji statistik yang dilakukan menggunakan *Chi Square* diketahui bahwa terdapat pengaruh karakteristik fisik lahan terhadap peluang terjadinya kejadian kekeringan pada lahan pertanian di Kabupaten Kendal.

4.2 Saran

1. Penelitian ini menggunakan metode TVI dari perbandingan antara LST dan parameter EVI untuk mengkaji kejadian kekeringan pada lahan pertanian, untuk penelitian lebih lanjut disarankan dapat menggunakan parameter yang dapat digunakan untuk lahan pertanian seperti TVDI yang direkomendasikan sebagai parameter kekeringan lahan pertanian.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan lebih banyak lagi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kejadian kekeringan pada lahan pertanian seperti kelembaban udara, kondisi hidrogeologi, dan lain-lain.
3. Untuk pengkajian kekeringan menggunakan metode penginderaan jauh pada skala yang kecil, disarankan untuk menggunakan citra satelit yang memiliki resolusi spasial yang tinggi sehingga hasil yang didapatkan dapat lebih akurat untuk mendeteksi kekeringan.

Daftar Pustaka

- Daruati, D. 2013. Pola Wilayah Kekeringan Lahan Basah (Sawah) di Propinsi Jawa Barat. *Tesis*. Jakarta: Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia.
- Dirgahayu, D. 2006. Deteksi Kekeringan Lahan Sawah Berdasarkan Indeks Panas Vegetasi Menggunakan Data Satelit Terra/Aqua MODIS. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*, Bogor: 14-15 September 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Huete, A., Jiang, Z., Didan, K., dan Miura, T. 2007. Development of a Two-band Enhanced Vegetation Index without a Blue Band. *Remote Sensing of Environment*. Vol 112: hal 3833-3845.

NASA. 2015. *Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center*.
<http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/>. Diakses pada 29 Maret 2015.

NASA. 2015. *Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System*.
<http://ladsweb.nascom.nasa.gov>. Diakses pada 27 Februari 2015

Liputan6. 2014. *Kekeringan di Kendal, Puluhan Hektar Tanaman Padi Puso*.
<http://m.liputan6.com/citizen6/read/2109540/kekeringan-di-kendal-puluhan-hektar-tanaman-padi-puso>. diakses pada 15 Februari 2015

Rahayu, S. P. 2011. *Penyebab Kekeringan Dan Upaya Penanggulangannya*.
<http://cybex.pertanian.go.id/materipenyuluhan/detail/3705>. Diakses pada 2 Maret 2015.

White, D. A. 2014. *The MODIS Conversion Toolkit (MCTK) User's Guide*.
<https://github.com/dawhite/MCTK/blob/master/MCTK%20User's%20Guide.pdf>. Diakses pada 10 Maret 2015.