

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *NORMALIZED DIFFERENCE DROUGHT INDEX* (NDDI) DAN *THERMAL VEGETATION INDEX* (TVX) DALAM MENENTUKAN KEKERINGAN LAHAN SAWAH (STUDI KASUS : KABUPATEN KENDAL)

Veri Pramesto^{*)}, Abdi Sukmono, Andri Suprayogi

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email : veripramesto11@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Kendal merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Pada bulan Agustus 2018, di Kabupaten Kendal telah terjadi kekeringan yang menyebabkan lahan pertanian di Kabupaten Kendal terancam gagal panen dan mengakibatkan kerugian materi bagi kalangan petani. Ancaman kekeringan akibat pengaruh iklim memang tidak dapat dihindari, tetapi hal tersebut dapat diminimalkan dampaknya jika pola kekeringan di suatu daerah dapat diketahui. Adapun cara yang dapat digunakan adalah dengan menerapkan aplikasi penginderaan jauh yaitu melalui pengolahan dan analisis menggunakan algoritma *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) dan *Thermal Vegetation Index* (TVX) dari citra Landsat 8 tahun 2018. Berdasarkan hasil pengolahan metode NDDI, kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal pada bulan Agustus tahun 2018 terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan. Luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 2158,098 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 573,692 ha, kekeringan kelas berat di Kecamatan Singorojo 465,187 ha dan kekeringan kelas sangat berat di Kecamatan Singorojo sebesar 13,745 ha. Dan berdasarkan hasil pengolahan metode TVX, kekeringan lahan sawah yang terjadi di Kabupaten Kendal pada 25 Agustus tahun 2018 terparah terjadi di Kecamatan Patean. Luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 1202,26 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 498,92 ha, kekeringan kelas berat di Kecamatan Gemuh 322,42 ha dan kekeringan kelas sangat berat di Kecamatan Patean sebesar 988,60 ha. Berdasarkan hasil verifikasi diperoleh tingkat akurasi metode NDDI sebesar 37,14% dan TVX sebesar 71,43%. Jadi, dapat disimpulkan bahwa metode TVX lebih akurat daripada NDDI dalam mengidentifikasi kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018.

Kata Kunci : Kabupaten Kendal, Kekeringan, NDDI, Sawah, TVX.

ABSTRACT

Kendal Regency is one of the districts in Central Java Province. In August 2018, in the District of Kendal there was a drought which caused agricultural land in Kabupaten Kendal to be threatened with crop failure and resulting in material losses for farmers. The threat of drought due to the influence of climate is indeed unavoidable, but the impact can be minimized if the pattern of drought in an area can be known. The method that can be used is by applying remote sensing applications, namely through processing and analysis using the Normalized Difference Drought Index (NDDI) algorithm and Thermal Vegetation Index (TVX) from Landsat 8 imagery in 2018. Based on the results of NDDI processing methods, drought in paddy fields in the Regency Kendal in August 2018 was the worst in South Kaliwungu District. The worst dry area of lowland paddy fields occurred in South Kaliwungu District 2158,098 ha, moderate class drought in Kaliwungu Selatan District 573,692 ha, heavy class drought in Singorojo Subdistrict 465,187 ha and very heavy drought class in Singorojo Subdistrict amounting to 13,745 ha. And based on as a result of the TVX method processing, the dryness of paddy fields that occurred in Kendal District on the 25th of August 2018 was the worst in Patean District. The worst dry area of lowland rice fields occurred in South Kaliwungu Subdistrict 1202.26 ha, moderate class drought in South Kaliwungu District 498.92 ha, heavy class drought in Gemuh Subdistrict 322.42 ha and very heavy drought class in Patean District at 988, 60 ha. Based on the results of the validation, the accuracy of the NDDI method was 37.14% and TVX was 71.43%. So, it can be concluded that the TVX method is more accurate than NDDI in identifying the dryness of paddy fields in Kendal Regency in 2018.

Keyword : Drought, Kendal Regency, NDDI, Paddy Fields, TVX.

^{*)}Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kekeringan merupakan keadaan dimana ketersediaan air jauh di bawah dari cukup untuk kebutuhan hidup, pertanian, ekonomi dan lingkungan. Kekeringan biasanya terjadi di musim kemarau dan dapat memberikan dampak negatif secara langsung pada aktivitas makhluk hidup. Pada saat musim kemarau, di Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis hampir setiap tahun dilanda kekeringan akibat 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, S. P., 2011).

Kabupaten Kendal merupakan salah satu daerah di Indonesia yang terkena dampak anomali iklim ENSO tersebut. Pada bulan Agustus 2018 diberitakan pada laman metrojateng.com bahwa di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah telah terjadi kekeringan yang disebabkan kemarau panjang sehingga menyebabkan lahan pertanian di Kabupaten Kendal terancam gagal panen. Ancaman tersebut akan mengakibatkan kerugian materi bagi kalangan petani. Kemarau panjang juga mengakibatkan warga Kabupaten Kendal mengalami kesulitan mendapatkan air bersih. Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode NDDI, total kekeringan lahan pertanian Kabupaten Kendal pada bulan Juli tahun 2015 seluas 21.309,174 ha. Dimana luas kekeringan normal 6980,362 ha, kekeringan ringan sebesar 13364,155 ha, kekeringan sedang 682,847 ha dan kekeringan berat 281,81 ha (Rahman, F., Sukmono A, & Yuwono, B. D, 2017).

Ancaman kekeringan akibat pengaruh iklim memang tidak dapat dihindari, tetapi hal tersebut dapat diminimalkan dampaknya jika pola kekeringan di suatu daerah dapat diketahui. Adapun cara yang dapat digunakan adalah dengan menerapkan aplikasi penginderaan jauh yaitu melalui pengolahan dan analisis menggunakan algoritma *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) dan *Thermal Vegetation Index* (TVX) dari citra Landsat 8. NDDI adalah indeks yang relatif baru yang dikembangkan pada tahun 2007 oleh Gu dkk untuk mengidentifikasi kekeringan pada lahan pertanian. Sampai saat ini, masih sangat sedikit penelitian yang dilakukan untuk menilai penggunaan NDDI. NDDI memiliki respon lebih tinggi terhadap kekeringan dibandingkan dengan penggunaan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) atau NDWI (*Normalized Difference Water Index*) saja. Jadi NDDI ini menggabungkan parameter vegetasi kehijauan (NDVI) dan kelembapan vegetasi (NDWI). TVX

adalah indeks kekeringan yang didapat melalui rasio antara nilai algoritma *Enhanced Vegetation Index* (EVI) dan *Land Surface Temperature* (LST). Hal tersebut didasarkan pada keadaan dimana suhu permukaan yang meningkat menyebabkan pertambahan evapotranspirasi, sehingga ketersediaan air akan berkurang (Dirgahayu, 2006). Aplikasi penginderaan jauh menggunakan metode NDDI dan TVX cukup baik dalam memantau kekeringan yang terjadi di Kabupaten Kendal dan diharapkan dapat memberikan masukan informasi bagi pemerintah Kabupaten Kendal untuk mitigasi daerah yang berpotensi mengalami kekeringan lahan sawah.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengidentifikasi lahan sawah Kabupaten Kendal 2018 ?
2. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi algoritma *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) dan *Thermal Vegetation Index* (TVX) dalam mengidentifikasi kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal ?
3. Bagaimana analisis tingkat dan sebaran kekeringan sawah pada wilayah Kabupaten Kendal tahun 2018 ?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui persebaran lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018.
2. Menentukan algoritma yang lebih baik dalam mengidentifikasi kekeringan lahan sawah yang terjadi di Kabupaten Kendal antara algoritma *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) dan *Thermal Vegetation Index* (TVX).
3. Mengetahui persebaran wilayah kekeringan lahan sawah yang terjadi di Kabupaten Kendal tahun 2018.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Menggunakan data citra Landsat 8 tanggal 16 Agustus 2018 sampai dengan 31 Agustus 2018. Penentuan waktu penelitian berdasarkan bulan dengan tingkat kekeringan tinggi pada penelitian Rahman (2017).
2. Metode penentuan indeks kekeringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI).

3. Metode penentuan indeks kekeringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Thermal Vegetation Index* (TVX).
4. Metode klasifikasi indeks kekeringan NDDI mengacu pada klasifikasi NDDI menurut Renza, 2010.
5. Metode klasifikasi indeks kekeringan TVX mengacu pada klasifikasi TVX menurut Dirgahayu, 2006.
6. Verifikasi penelitian dilakukan berdasarkan survei di lapangan dengan menggunakan metode *purposive sampling*.

I.5 Lokasi Penelitian

Kabupaten Kendal merupakan sebuah kabupaten yang secara geografis terletak pada koordinat 109°40' - 110°18' Bujur Timur dan 6°32' - 7°24' Lintang Selatan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Kekeringan Lahan Sawah

Kekeringan merupakan keadaan dimana terjadi kekurangan curah hujan yang cukup besar dan berlangsung lama mempengaruhi kehidupan di suatu daerah yang menyebabkan kekurangan keperluan hidup sehari-hari. Kekeringan adalah salah satu bencana alam paling dahsyat yang dapat menyebabkan dampak buruk di sektor pertanian, ekonomi dan sosial yang serius di dunia (Kuang-Yu Chang, Xu, dan Paw, 2018).

II.2 Algoritma Normalized Difference Drought Index (NDDI)

Normalized Difference Drought Index (NDDI) adalah sebuah metode baru untuk deliniasi kekeringan menggunakan data reflektansi permukaan MODIS yang pertama kali disajikan dalam makalah oleh Gu dkk pada tahun 2007. NDDI berasal dari NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan NDWI (*Normalized Difference Water Index*) (Gulácsi & Kovács, 2015).

$NDDI = (NDVI - NDWI) / (NDVI + NDWI)$. (1)
dimana:

$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ (2)

$NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$ (3)

Keterangan :

NIR = *Band Near Infrared* (inframerah dekat)

RED = *Band Red* (sinar merah)

SWIR = *Band SWIR* (*Shortwave Infrared*)

II.3 Algoritma Thermal Vegetation Index (TVX)

TVX merupakan kombinasi antara *Land Surface Temperature* (LST) dan *Enhanced Vegetation Index* (EVI), dimana pada umumnya hubungan keduanya adalah berkebalikan, yaitu kenaikan LST disertai penurunan EVI atau sebaliknya (Bavia, M. E. et al., 2001). Kedua algoritma tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi kekeringan di suatu area. Proses

perhitungan algoritma *Thermal Vegetation Index* merupakan rasio antara nilai EVI dan LST. Rumus TVX adalah sebagai berikut (Dirgahayu, 2006 dalam Munir, 2015) :

$TVX = LST/EVI$ (4)

Keterangan:

TVX = *Thermal Vegetation Index*

LST = *Land Surface Temperature*

EVI = *Enhanced Vegetation Index*

III. Metodologi Penelitian

III.1 Peralatan dan Data Penelitian

1. Peralatan

1. Perangkat Keras

- a. Laptop Lenovo Intel ® Core™ i5-6200U CPU @ 2,30GHz ~ 2,4Ghz
- b. Printer

2. Perangkat Lunak

- a. Sistem Operasi Windows 10
- b. Microsoft Office 2016
- c. *Software* ArcGIS 10.3.1
- d. *Software* Quantum GIS 2.18.25

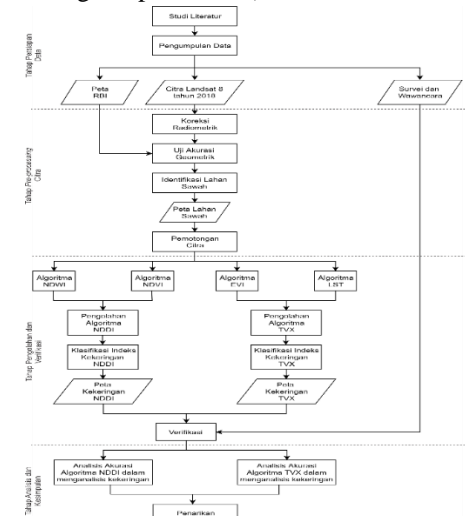
3. Peralatan Survei Lapangan

Pada saat survei lapangan penelitian ini menggunakan *Mobile Topographer* untuk mendapatkan gambar dan koordinat di lapangan.

2. Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Citra Satelit Landsat 8 tahun 2018 (Sumber : <http://earthexplorer.usgs.gov/>).
2. Peta Batas Administrasi Kabupaten Kendal (Sumber: BAPPEDA Kabupaten Kendal).
3. Peta Rupa Bumi Kabupaten Kendal skala 1:25.000(Sumber:<http://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>)



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.2 Tahap Persiapan Data

Dalam pengumpulan data citra satelit Landsat 8, digunakan data citra bulan Agustus 2018, dikarenakan pada bulan Agustus Kabupaten Kendal mengalami kekeringan lahan sawah. Data citra satelit Landsat 8 tersebut didapatkan dari *website EarthExplorer*.

III.3 Tahap Pre-processing Citra

Dalam tahap *pre-processing* citra, dilakukan uji akurasi geometrik, koreksi radiometrik, identifikasi lahan sawah, dan pemotongan citra.

III.4 Tahap Pengolahan Kekeringan Metode NDDI

Tahapan pengolahan kekeringan metode NDDI terdiri dari pemotongan citra, koreksi radiometrik, uji akurasi geometrik, identifikasi lahan sawah, pemotongan citra, pengolahan algoritma NDDI dan klasifikasi indeks kekeringan NDDI.





III.5 Tahap Pengolahan Kekeringan Metode TVX

Tahapan pengolahan kekeringan metode TVX terdiri dari koreksi radiometrik, uji akurasi geometrik, identifikasi lahan sawah, pemotongan citra, algoritma TVX dan klasifikasi indeks kekeringan TVX.

III.5.1 Kekeringan Tanaman Padi di Lapangan

Kondisi kekeringan lahan dan tanaman ditandai oleh tanah yang retak dan daun tanaman yang mengalami kekeringan. Tingkat terkena kekeringan dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas seperti pada Tabel 1.

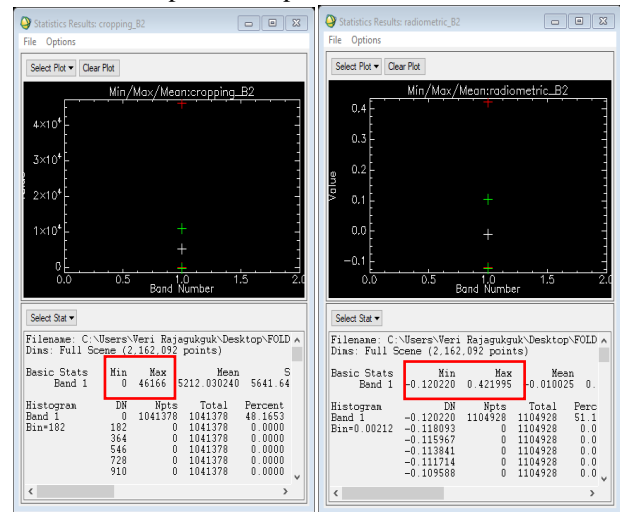
Tabel 1 Kekeringan Lapangan (Kementerian Pertanian, 2015)

No	Klasifikasi	Gejala Pada Tanaman	Keterangan
1.	Ringan	Kerusakan tanaman kurang dari 25 %	
2.	Sedang	Kerusakan tanaman dari 26 % - 50 %	
3.	Berat	Kerusakan tanaman dari 51 % - 85 %	
4.	Sangat Berat/Puso	Kerusakan tanaman lebih dari 85 %	

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Koreksi Radiometrik

Pada penelitian ini, nilai DN dikonversi ke radian ToA dan reflektan ToA. Hasil proses koreksi radiometrik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) koreksi radiometrik

IV.2 Uji Akurasi Geometrik

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui perbedaan data ukuran lapangan dengan data ukuran pada citra. Uji ketelitian dilakukan dengan menggunakan koordinat *Independent Control Point* (ICP) (Kurniawan, A., 2015). Hasil uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji akurasi Geometrik

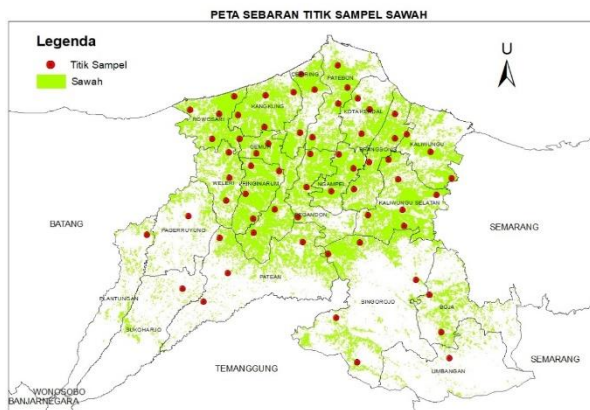
Point:	Peta RBI		Citra		$(X_{Gps}-X_{Cp})^2$	$(Y_{Gps}-Y_{Cp})^2$	$(X_{Gps}-X_{Cp})^2 + (Y_{Gps}-Y_{Cp})^2$
	x	y	X	Y			
ICP 0	401541,01	9221524,72	401547,35	9221518,44	40,1992	39,3200	79,5192
ICP 1	395463,46	9220097,68	395471,60	9220102,77	66,3369	25,9822	92,3190
ICP 2	402392,95	9216476,27	402409,59	9216473,04	276,9367	10,4334	287,3700
ICP 3	397894,55	9231387,73	397909,56	9231404,78	225,1621	290,5995	515,7617
ICP 4	405486,81	9236320,83	405492,98	9236338,07	38,1024	296,9484	335,0508
ICP 5	403921,79	9229293,34	403924,16	9229327,58	5,5967	1172,6988	1178,2954
ICP 6	410142,02	9237747,55	410153,95	9237753,47	142,3208	35,0322	177,3530
ICP 7	415387,07	9234205,54	415376,87	9234243,36	103,9732	1430,4969	1534,4701
ICP 8	414671,79	9229391,62	414690,00	9229409,01	331,6641	302,3964	634,0605
ICP 9	411369,17	9217706,06	411319,80	9217643,86	2437,5751	3869,5429	6307,1180
ICP 10	414755,85	9216530,69	414765,54	9216529,39	93,7847	453,7190	547,5037
ICP 11	416210,80	9219534,83	416211,88	9219545,12	1,1778	105,8971	107,0749
Jumlah							11795,8963
Rata-Rata							982,991
RMSEr							31,353
Akurasi Horizontal (m)							49,380

Berdasarkan hasil uji akurasi, didapatkan nilai RMSEr sebesar 31,353. Dengan mengacu pada standar UN NMAS dimana perhitungan CE90 menghasilkan akurasi horizontal citra sebesar 49,380. Sehingga berdasarkan pada PERKA BIG Nomor 15 Tahun 2014 nilai akurasi horizontal tersebut memenuhi kategori standar peta RBI skala 1:100.000 kelas ke 3.

IV.3 Analisis Verifikasi Identifikasi Lahan Sawah

Verifikasi lahan sawah dilakukan dengan menggunakan titik sampel sebanyak 64 titik dengan metode *stratified random sampling* dimana titik sampel

tersebar secara merata. Berikut sebaran titik verifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.

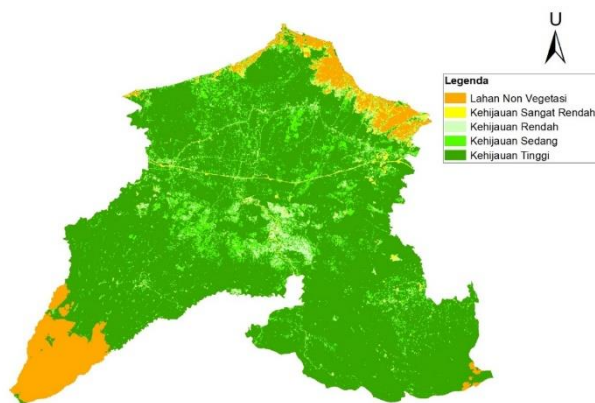


Gambar 3 Sebaran titik verifikasi lahan sawah

Berdasarkan 64 titik sampel hasil interpretasi fungsional lahan sawah pada musim kemarau di atas, 53 titik merupakan lahan sawah dan 11 titik merupakan vegetasi atau perkebunan. Dari hasil verifikasi identifikasi lahan sawah dengan Google Earth, diperoleh akurasi kesesuaian sebesar 82,81%.

IV.4 Analisis Indeks Vegetasi (NDVI)

Hasil nilai NDVI pada penelitian ini memiliki rentang nilai antara -0,619982 hingga 0,845120. Semakin rendah nilai NDVI, tingkat kerawanan terhadap kekeringan akan semakin tinggi, sebaliknya, nilai NDVI yang tinggi menunjukkan daerah tersebut mempunyai tingkat kerawanan terhadap kekeringan yang tergolong rendah. Pada penelitian ini dilakukan analisis indeks vegetasi untuk melihat kekeringan pada lahan sawah. Indeks vegetasi diolah bulan Agustus tahun 2018. Berikut hasil indeks vegetasi dapat dilihat pada Gambar 4.

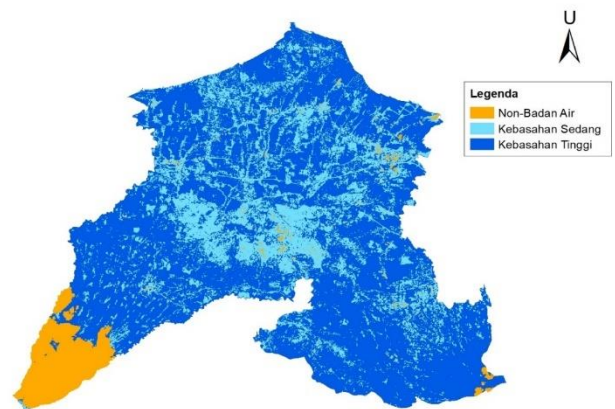


Gambar 4 Sebaran indeks NDVI Kabupaten Kendal Agustus 2018

IV.5 Analisis Indeks Kebasahan (NDWI)

Hasil nilai NDWI pada penelitian ini memiliki rentang nilai antara -0,721748 hingga 0,880180. Semakin tinggi nilai NDWI, tingkat kerawanan

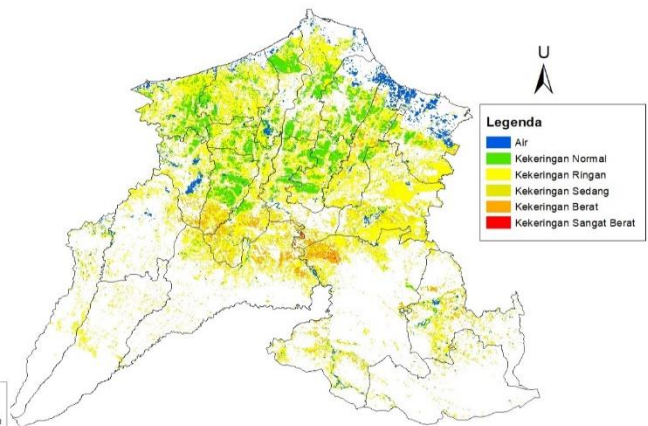
terhadap kekeringan akan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah nilai NDWI akan semakin rawan terhadap kekeringan. Berikut hasil indeks kebasahan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Sebaran indeks NDWI Kabupaten Kendal Agustus 2018

IV.6 Analisis Kekeringan Lahan Sawah Metode NDDI

Pada penelitian ini dilakukan analisis indeks kekeringan (NDDI) untuk melihat kekeringan pada lahan pertanian di Kabupaten Kendal. Berikut hasil indeks kekeringan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Sebaran kekeringan lahan sawah Kabupaten Kendal metode NDDI

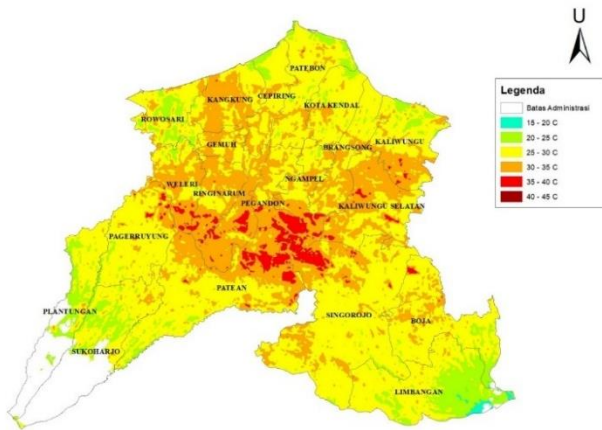
Luas kekeringan lahan sawah untuk setiap kecamatan di Kabupaten Kendal menggunakan metode NDDI dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan kekeringan lahan sawah pada 25 Agustus tahun 2018 terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan. Luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 2158,098 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 573,692 ha, kekeringan kelas berat di Kecamatan Singorojo 465,187 ha dan kekeringan kelas sangat berat di Kecamatan Singorojo sebesar 13,745 ha.

Tabel 3 Luas kekeringan lahan sawah Agustus 2018 metode NDDI

No	Kecamatan	Luas Kekeringan (Ha)				Luas Total (Ha)
		Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat	
1	Kaliwungu	870,962	124,973	41,083	0,538	1.037,556
2	Brangsong	1.130,653	258,249	104,571	0,209	1.493,682
3	Kota Kendal	523,590	55,898	13,042	0,881	593,411
4	Patebon	1.048,089	119,819	15,730	0,415	1.184,052
5	Cepiring	606,378	43,609	12,810	0,152	662,949
6	Kangkung	1.430,218	147,410	27,949	0,062	1.605,639
7	Rowosari	1.180,679	102,092	25,235	0,148	1.308,154
8	Weleri	671,238	154,550	94,973	0,991	921,753
9	Gemu	1.522,640	475,075	289,263	2,523	2.289,502
10	Ringinarum	843,179	229,339	180,966	0,722	1.254,205
11	Pegandon	897,007	244,506	144,639	4,864	1.291,015
12	Ngampel	684,434	65,649	20,013	0,299	770,395
13	Kaliwungu Selatan	2.158,098	573,692	93,932	0,483	2.826,206
14	Patean	1.319,407	469,268	394,298	10,809	2.193,782
15	Singorojo	1.510,379	506,693	465,187	13,745	2.496,005
16	Boja	647,127	234,260	156,280	0,180	1.037,846
17	Pagerruyung	531,256	58,724	28,379	0,062	618,420
18	Limbangan	175,746	91,380	46,325	0,484	313,935
19	Plantungan	330,273	18,381	5,968	0,000	354,622
20	Sukoharjo	308,065	50,702	26,783	0,181	385,731
Luas total (ha)		18.389,417	4.024,27	2.187,427	37,748	24.638,862

IV.7 Analisis Suhu Permukaan (LST)



Gambar 7 Hasil sebaran LST Kabupaten Kendal

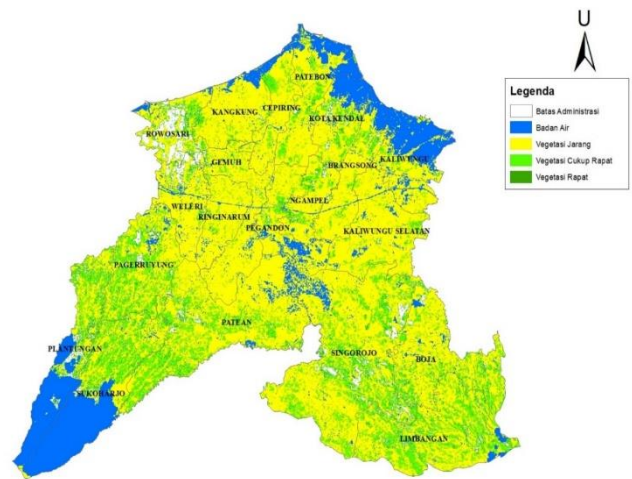
Tabel 4 Luas distribusi LST Kabupaten Kendal Agustus 2018

Kelas Suhu	Luas	
	Ha	%
15° C-20° C	214,83	0,23
20° C-25° C	8.577,72	9,02
25° C-30° C	56.166,30	59,03
30° C-35° C	27.299,61	28,69
35° C-40° C	2.886,12	3,03
40° C-45° C	0,18	0,00
Total	95.144,76	100

Pada Tabel 4, suhu permukaan Kabupaten Kendal bulan Agustus 2018 tertinggi terlihat pada rentang 30° C – 35° C dengan luas 27.299,61 ha atau sebesar 59,03% dari total keseluruhan luas Kabupaten Kendal. Rentang suhu ini tersebar di seluruh kecamatan di Kabupaten Kendal. Untuk rentang suhu tertinggi yaitu 35° C – 40° C tidak tersebar di semua kecamatan melainkan hanya pada kecamatan Patean, Pegandon, dan Singorojo. Sedangkan untuk rentang suhu paling rendah yaitu 15° C – 20° C hanya tersebar di Kecamatan Limbangan.

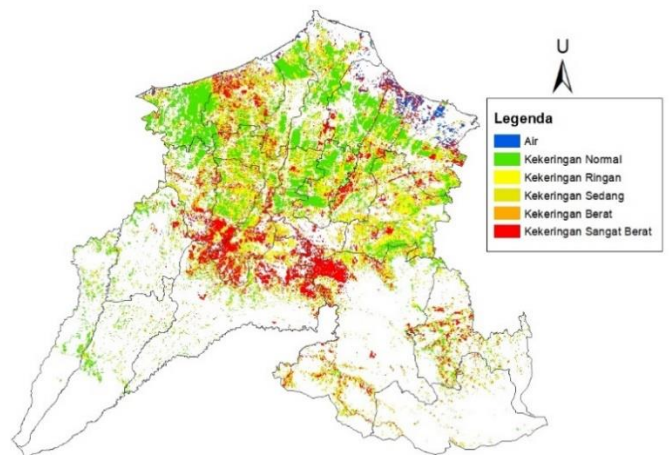
IV.8 Analisis Kerapatan Vegetasi (EVI)

Nilai indeks vegetasi didapat dengan menggunakan rumus EVI (*Enhanced Vegetation Index*) dari pengolahan data satelit Landsat 8. Hasil sebaran EVI dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Sebaran indeks EVI Kabupaten Kendal Agustus 2018

IV.9 Analisis Kekeringan Lahan Sawah Metode TVX



Gambar 9 Sebaran kekeringan lahan sawah Kabupaten Kendal metode TVX

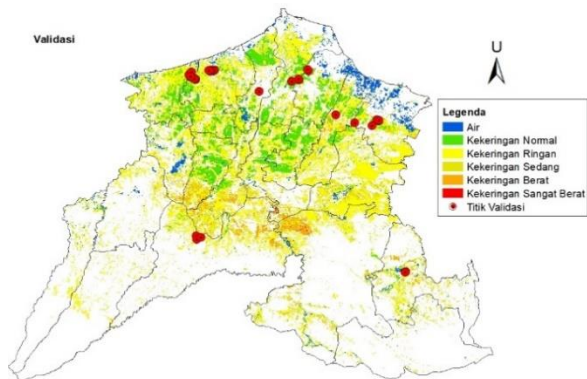
Tabel 5 Luas kekeringan lahan sawah Agustus 2018 metode TVX

No	Kecamatan	Luas Kekeringan (Ha)				Luas total (Ha)
		Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat	
1	Kaliwungu	348,82	186,96	109,92	400,31	1.046,00
2	Brangsong	446,34	269,83	209,01	424,39	1.349,57
3	Kota Kendal	219,91	75,33	39,95	159,19	494,38
4	Patebon	498,79	197,53	93,82	157,12	947,25
5	Cepiring	344,48	152,50	73,63	96,64	667,26
6	Kangkung	530,21	409,40	287,43	479,35	1.706,38
7	Rowosari	252,06	125,59	69,91	108,44	555,99
8	Weleri	243,75	211,40	141,88	332,19	929,22
9	Gemuh	651,13	437,17	322,42	859,83	2.270,55
10	Ringinarum	571,10	284,64	171,53	463,89	1.491,16
11	Pegandon	386,59	256,69	150,81	390,64	1.184,72
12	Ngampel	389,28	157,73	90,73	120,01	757,75
13	Kaliwungu Selatan	1.202,26	498,92	220,10	305,01	2.226,29
14	Patean	464,27	350,25	265,09	988,60	2.068,21
15	Singorojo	625,74	444,81	311,89	974,98	2.357,42
16	Boja	318,65	185,45	156,63	306,57	967,31
17	Pagerruyung	168,13	56,96	30,58	104,56	360,23
18	Limbangan	112,79	84,89	52,03	62,51	312,21
19	Plantungan	93,07	31,75	10,98	9,45	145,26
20	Sukoharjo	92,49	31,08	15,27	14,87	153,70
Luas total (ha)		7.959,86	4.448,88	2.823,59	6.758,54	21.990,87

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan kekeringan lahan sawah pada 25 Agustus tahun 2018 terparah terjadi di Kecamatan Singorojo. Luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 1.202,26 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 498,92 ha, kekeringan kelas berat di Kecamatan Gemuh 322,42 ha dan kekeringan kelas sangat berat di Kecamatan Patean sebesar 988,60 ha.

IV.10 Analisis Verifikasi Kekeringan Metode NDDI

Verifikasi dilakukan dengan cara survei langsung ke lahan sawah. Peta persebaran titik verifikasi lapangan pada pengolahan indeks kekeringan NDDI dapat dilihat pada Gambar 10.

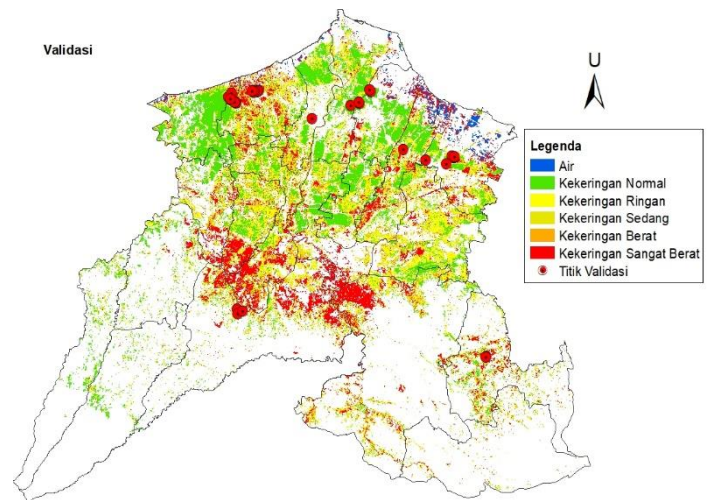


Gambar 10 Persebaran titik verifikasi NDDI di Kabupaten Kendal

Dari 35 titik sampel verifikasi diperoleh hasil yang sesuai dengan data lapangan sebanyak 13 titik dan data yang tidak sesuai sebanyak 22 titik. Dari hasil presentasi kesesuaian verifikasi dan pengolahan metode *Normalized Difference Drought Index* diperoleh nilai akurasi sebesar 37,14 %. Dari 13 titik sampel yang sesuai, tingkat kekeringan yang benar diidentifikasi menggunakan algoritma NDDI adalah kelas ringan, normal, dan sedang. Oleh karena itu pengolahan NDDI dapat dikatakan lemah dalam mengidentifikasi kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018.

IV.11 Analisis Verifikasi Kekeringan Metode TVX

Verifikasi dilakukan dengan cara survei langsung ke lahan sawah. Peta persebaran titik verifikasi lapangan pada pengolahan indeks kekeringan TVX dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Persebaran titik verifikasi TVX di Kabupaten Kendal

Dari 35 titik sampel verifikasi diperoleh hasil yang sesuai dengan data lapangan sebesar 25 titik dan data yang tidak sesuai sebesar 10 titik. Dari hasil presentasi kesesuaian verifikasi dan pengolahan metode *Thermal Vegetation Index* didapatkan hasil sebesar 71,43 %. Berbeda dengan hasil pengolahan algoritma NDDI yang hanya mampu mengidentifikasi dengan benar pada tingkat kekeringan kelas normal, ringan dan sedang. TVX justru mampu mengidentifikasi dengan benar pada tingkat kekeringan baik kelas normal, ringan, sedang, berat hingga sangat berat. Oleh karena itu pengolahan TVX dapat dikatakan lebih baik dalam mengidentifikasi kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018.

IV.12 Analisis Hubungan Piksel Antar Algoritma

Setiap pengolahan dari suatu algoritma akan menghasilkan nilai-nilai piksel yang berbeda pada 1

kotak piksel yang sama. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat hubungan antara NDVI dan NDWI pada indeks kekeringan NDDI serta hubungan antara LST dan EVI pada indeks kekeringan TVX.

Berdasarkan tabel nilai piksel tiap indeks, di titik KDL-01 memiliki nilai :

$$\begin{aligned} \text{NDVI} &= 0,304256 \\ \text{NDWI} &= 0,292502 \end{aligned}$$

Nilai NDDI bisa didapatkan dari rumus (1) sehingga perhitungannya menjadi :

$$\begin{aligned} \text{NDDI} &= \frac{0,304256 - 0,292502}{0,304256 + 0,292502} = \frac{0,011754}{0,596758} \\ &= 0,019696 \end{aligned}$$

Dengan nilai NDDI KDL-01 = 0,019696 berarti pada titik KDL-01 terjadi kekeringan ringan.

Pada titik KDL-18, nilai :

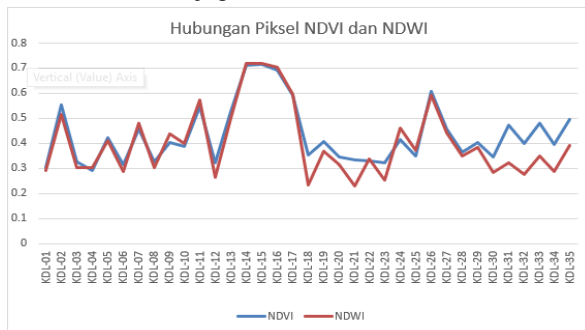
$$\begin{aligned} \text{NDVI} &= 0,351053 \\ \text{NDWI} &= 0,232361 \end{aligned}$$

Maka perhitungan nilai NDDI KDL-18 menjadi :

$$\begin{aligned} \text{NDDI} &= \frac{0,351053 - 0,232361}{0,351053 + 0,232361} = \frac{0,118692}{0,583414} \\ &= 0,203444 \end{aligned}$$

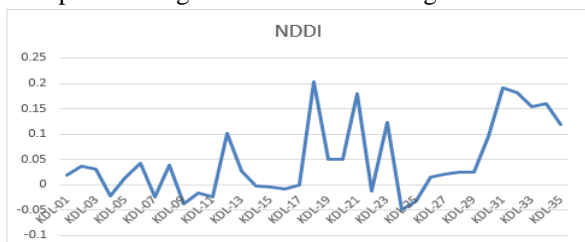
Dengan nilai NDDI KDL-18 = 0,203444 berarti pada titik KDL-18 terjadi kekeringan sedang.

Berdasarkan penjabaran perhitungan rumus NDDI KDL-01 dan KDL-18 , dapat diperhatikan bahwa apabila nilai selisih NDVI dengan NDWI semakin besar maka nilai NDDI juga semakin besar.

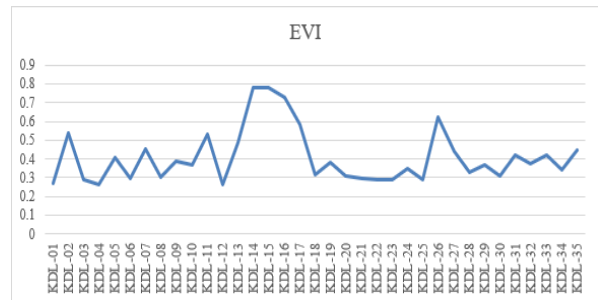


Gambar 12 Grafik hubungan piksel NDVI dan NDWI

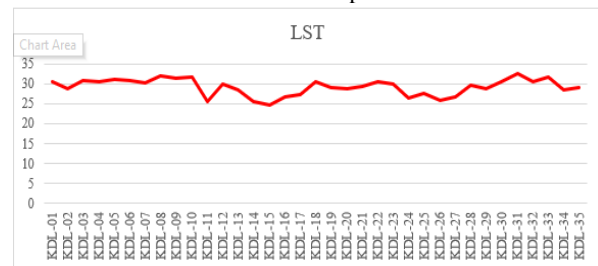
Dari Gambar 12, bisa dilihat bahwa jika nilai NDVI dari titik satu ke titik selanjutnya mengalami kenaikan maka nilai NDWI dari titik satu ke titik selanjutnya juga mengalami kenaikan. Pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa nilai piksel tertinggi berada pada nilai 0,2, sehingga pada pengolahan NDDI tidak terdapat kekeringan kelas berat dan sangat berat.



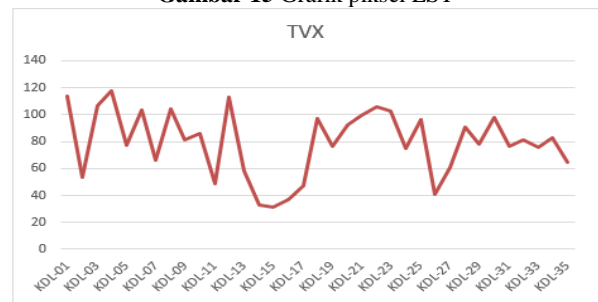
Gambar 13 Grafik piksel NDDI



Gambar 14 Grafik piksel EVI



Gambar 15 Grafik piksel LST



Gambar 16 Grafik piksel TVX

Berdasarkan tabel nilai piksel tiap indeks, di titik KDL-01 memiliki nilai :

$$\begin{aligned} \text{LST} &= 30,438782 \\ \text{EVI} &= 0,267372 \end{aligned}$$

Nilai TVX bisa didapatkan dari rumus (4) sehingga perhitungannya menjadi :

$$\begin{aligned} \text{TVX} &= \frac{30,438782}{0,267372} \\ &= 113,8443143 \end{aligned}$$

Dengan nilai TVX KDL-01 = 113,8443143 berarti pada titik KDL-01 terjadi kekeringan sangat berat.

Pada titik KDL-07, nilai :

$$\begin{aligned} \text{LST} &= 30,281494 \\ \text{EVI} &= 0,455619 \end{aligned}$$

Maka perhitungan nilai TVX KDL-07 menjadi :

$$\begin{aligned} \text{TVX} &= \frac{30,281494}{0,455619} \\ &= 66,4623161 \end{aligned}$$

Dengan nilai TVX KDL-07 = 66,4623161 berarti pada titik KDL-07 terjadi kekeringan ringan.

Dari 2 titik sampel diatas , dapat diperhatikan bahwa nilai LST pada KDL-01 lebih tinggi dari pada KDL-07, dan nilai EVI pada KDL-01 lebih rendah dari pada pada nilai EVI KDL-07. Oleh karena itu nilai TVX pada KDL-01 lebih tinggi dari pada nilai TVX KDL-07

sehingga semakin berat tingkat kekeringan yang terjadi di titik KDL-01 daripada di titik KDL-07.

Berdasarkan tabel nilai piksel dari 35 titik verifikasi NDDI dan TVX, dapat dibuat kelas titik verifikasi yang bisa dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6 Klasifikasi NDDI

Kelas	Batas Minimum	Batas Maximum
Normal	-0,023	-0,001
Ringan	-0,002	0,027
Sedang	0,028	0,191
Berat	0,192	0,203
Sangat berat	0,204	>1

Tabel 7 Klasifikasi TVX

Kelas	Batas Minimum	Batas Maximum
Normal	31,653	48,406
Ringan	48,420	64,672
Sedang	64,680	83,200
Berat	83,210	97,978
Sangat berat	97,990	117,616

IV.13 Perbandingan Metode NDDI dan TVX

Berdasarkan hasil pengolahan kekeringan lahan sawah menggunakan kedua metode diperoleh bahwa metode TVX lebih baik daripada NDDI dalam menentukan kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018, karena nilai kesesuaian saat verifikasi di lapangan metode TVX lebih tinggi daripada metode NDDI. Nilai akurasi metode TVX sebesar 71,43%, sedangkan nilai akurasi metode NDDI sebesar 37,14%. Dari 35 titik verifikasi, metode TVX mampu menentukan kekeringan lahan sawah dengan benar sejumlah 25 titik, dan NDDI hanya mampu menentukan kekeringan lahan sawah dengan benar sejumlah 13 titik. Dari 13 titik sampel yang sesuai, tingkat kekeringan yang benar diidentifikasi menggunakan metode NDDI adalah kelas ringan, normal, dan sedang. Berbeda dengan hasil pengolahan algoritma NDDI yang hanya mampu mengidentifikasi dengan benar pada tingkat kekeringan kelas normal, ringan dan sedang. TVX justru mampu mengidentifikasi dengan benar pada tingkat kekeringan kelas baik normal, ringan, sedang, berat hingga sangat berat. Oleh karena itu pengolahan TVX dapat dikatakan lebih baik daripada pengolahan NDDI dalam mengidentifikasi kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 64 titik verifikasi interpretasi fungsional lahan sawah pada musim kemarau diperoleh 53 titik yang sesuai dan merupakan lahan sawah sedangkan 11 titik merupakan vegetasi atau perkebunan. Akurasi kesesuaian identifikasi lahan sawah tersebut adalah sebesar 82.81%.
2. Pengolahan metode TVX lebih baik daripada NDDI dalam menentukan kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal tahun 2018. Nilai kesesuaian data olahan TVX dengan verifikasi adalah sebesar 71,43%, sedangkan nilai kesesuaian data olahan NDDI dengan verifikasi adalah sebesar 37,14%. Dari 35 titik verifikasi, metode TVX mampu menentukan kekeringan lahan sawah dengan benar sejumlah 25 titik, dan NDDI hanya mampu menentukan kekeringan lahan sawah dengan benar sejumlah 13 titik. Dari 13 titik sampel yang sesuai, tingkat kekeringan yang benar diidentifikasi menggunakan metode NDDI adalah kelas ringan, normal, dan sedang. Pengolahan TVX mampu mengidentifikasi dengan benar pada tingkat kekeringan kelas normal, ringan, sedang, berat hingga sangat berat.
3. Berdasarkan hasil pengolahan metode NDDI, kekeringan lahan sawah di Kabupaten Kendal pada bulan Agustus tahun 2018 terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan. Luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 2158,098 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 573,692 ha, kekeringan kelas berat di Kecamatan Singorojo 465,187 ha dan kekeringan kelas sangat berat di Kecamatan Singorojo sebesar 13,745 ha. Dan berdasarkan hasil pengolahan metode TVX, kekeringan lahan sawah yang terjadi di Kabupaten Kendal pada 25 Agustus tahun 2018 terparah terjadi di Kecamatan Singorojo. Luas kekeringan lahan sawah kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kaliwungu Selatan 1202,26 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Kaliwungu Selatan 498,92 ha, kekeringan kelas berat di Kecamatan Gemuh 322,42 ha dan kekeringan kelas sangat berat di Kecamatan Patean sebesar 988,60 ha.

V.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang perlu diperhatikan dalam melakukan penelitian selanjutnya agar dapat dilaksanakan dengan lebih baik yaitu :

1. Memilih citra yang bebas awan dan memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi agar mendapatkan informasi yang lebih detail dalam mendeteksi kekeringan pertanian.

2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan citra multitemporal agar bisa mendeteksi kekeringan pertanian secara akurat berdasarkan fase pertumbuhan tanaman padi sampai panen.
3. Mencari dan menggunakan dasar klasifikasi kekeringan NDDI dan TVX yang lain.
4. Pengambilan titik verifikasi disarankan merata setiap kelas kekeringan dan mencakupi seluruh lokasi penelitian.
5. Penelitian selanjutnya sebaiknya hasil verifikasi titik kekeringan di lapangan diklarifikasikan dengan Dinas Pertanian.

Rahman, F, Sukmono A, & Yuwono B D. (2017). Analisis Kekeringan Pada Lahan Pertanian Menggunakan Metode NDDI Dan Perka BNPB Nomor 02 Tahun 2012. *Semarang : Universitas Diponegoro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bavia, M. E., Malone, Hale, L., Dantas, A., Marroni, L., & Reis, R. (2001). Use of thermal and vegetation index data from earth observing satellites to evaluate the risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil., 79–85.
- Dirgahayu. (2006). Deteksi Kekeringan Lahan Sawah Berdasarkan Indeks Panas Vegetasi Menggunakan Data Satelit Terra/Aqua MODIS. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. *Bogor : Jurnal Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian, 1*, 14–15.
- Gulácsi, & Kovács. (2015). Drought Monitoring With Spectral Indices Calculated From MODIS Satellite Images in Hungary, 8, (3–4), 11–20. <https://doi.org/10.1515/jengeo-2015-0008>
- Kementrian Pertanian. (2015). Petunjuk Teknis Pemantauan dan Pengamatan serta Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan dan Dampak Perubahan Iklim. Jakarta. Direktorat Jendral Tanaman Pangan.
- Kuang-Yu Chang, Liyi Xu, & Kyaw Tha Paw. (2018). A drought indicator reflecting ecosystem responses to water availability: The Normalized Ecosystem Drought Index, 250–251, 102–117. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.12.001>
- Kurniawan, A. (2015). Pengaruh Jumlah dan Sebaran GCP pada Proses Rektifikasi Citra Worldview II (Studi Kasus : Kota Kediri, Jawa Timur). Surabaya : Teknik Geomatika, Institut Teknologi Surabaya.
- Rahayu, S. P. (2011). Penyebab Kekeringan Dan Upaya Penanggulangannya. Retrieved from <http://cybex.pertanian.go.id/materipenyuluhan/detail/3705>.