



**JURNAL GEOGRAFI**  
**Media Pengembangan Ilmu dan**  
**Profesi Kegeografian**

<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujet>



**PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH UNTUK DETEKSI KEKERINGAN PERTANIAN MENGGUNAKAN METODE *NORMALIZED DIFFERENCE DROUGHT INDEX* DI KABUPATEN KENDAL**

**Sukmono,Abdi<sup>1</sup>; Rahman, Fadli<sup>1</sup>; Darmo Yuwono, Bambang<sup>2</sup>**

1. Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
2. Pusat Pengembangan Infrastruktur Data Spasial (PPIDS) Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788

**Info Artikel**

**Keywords:** *Drought, Landsat 8, Normalized Difference Drought Index*

**Abstract**

Drought of agricultural land is one of the most frequent disasters in Indonesia. This disaster greatly affects food security. Kendal Regency is one of the areas in Indonesia that often experience drought of agricultural land. In the year 2015 in Kendal regency there are 1055 Ha paddy field was crop failure. The threat of drought on agricultural land can be minimized if the monitoring of drought potential in a region can be known.

One way that can be used for spatial drought monitoring is to use applications from remote sensing based on a particular algorithm. In the research, Normalized Difference Drought Index (NDDI) algorithm is used to distribution and extent of agricultural drought in Kendal District by 2015 using Landsat 8 satellite imagery. NDDI is the ratio between Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Water Index (NDWI).

The results indicate agricultural drought using NDDI method in July 2015 with normal drought area 6980,362 ha, mild drought 13364,155 ha, moderate drought 682,847 ha and dry drought 281,81 ha. Validation results show the accuracy of the NDDI method is 82%.

**Abstrak**

**Kata kunci:** Kekeringan, Landsat 8, Normalized Difference Drought Index

Kekeringan lahan pertanian merupakan salah satu kejadian bencana yang sering terjadi di Indonesia. Bencana ini sangat berdampak terhadap ketahanan pangan. Kabupaten Kendal merupakan salah satu daerah di Indonesia yang sering mengalami kekeringan lahan pertanian. Pada tahun 2015 di Kabupaten Kendal terdapat 1055 Ha sawah mengalami puso. Ancaman kekeringan lahan pertanian dapat diminimalkan dampaknya jika pemantauan potensi kekeringan di suatu daerah dapat diketahui.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk pemantauan kekeringan secara spasial adalah dengan menggunakan aplikasi dari penginderaan jauh berbasis algoritma tertentu. Algoritma Normalized Difference Drought Index (NDDI) merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mengkaji sebaran dan luasan kekeringan pertanian. Penelitian ini memanfaatkan algoritma NDDI untuk memantau kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal tahun 2015 dengan Landsat 8. NDDI merupakan rasio antara Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Difference Water Index (NDWI).

Hasil menunjukkan bahwa kekeringan pertanian menggunakan di Kendal terjadi pada bulan Juli 2015 dengan luas kekeringan normal 6980,362 ha, kekeringan ringan sebesar 13364,155 ha, kekeringan sedang 682,847 ha dan kekeringan berat 281,81 ha. Hasil validasi menunjukkan tingkat akurasi metode NDDI sebesar 82%.

✉ Alamat korespondensi: [sukmono35@gmail.com](mailto:sukmono35@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor ekonomi yang sangat penting di Indonesia. Sebagai negara agraris yang berkembang, sebagian besar masyarakat Indonesia hidup dari sektor ini. Wilayah iklim tropis di Indonesia sangat mendukung berbagai komoditas pertanian untuk tumbuh baik di Indonesia, khususnya tanaman padi. Namun, seiring terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim yang tidak menentu menyebabkan sering terjadinya bencana alam kekeringan di lahan pertanian. Bencana kekeringan ini dapat menyebabkan komoditas pertanian gagal panen atau puso. Akibatnya bisa mengganggu stabilitas ketahanan pangan masyarakat Indonesia. Kekeringan merupakan salah satu proses iklim yang sering terjadi dan dapat memberikan dampak negatif serta berpengaruh langsung terhadap aktifitas makhluk hidup (Khairullah, 2009).

Kendal merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang sering mengalami bencana kekeringan lahan pertanian. Beberapa kejadian kekeringan terjadi pada tahun 2015. Dari data Dinas Pertanian Kabupaten Kendal Tahun 2015 menyebutkan setidaknya terjadi kekeringan lahan pertanian seluas 2.056 ha serta 1.055 Ha mengalami puso di Kendal. Bencana kekeringan ini tersebar di area lahan pertanian sawah irigasi di Kabupaten Kendal.

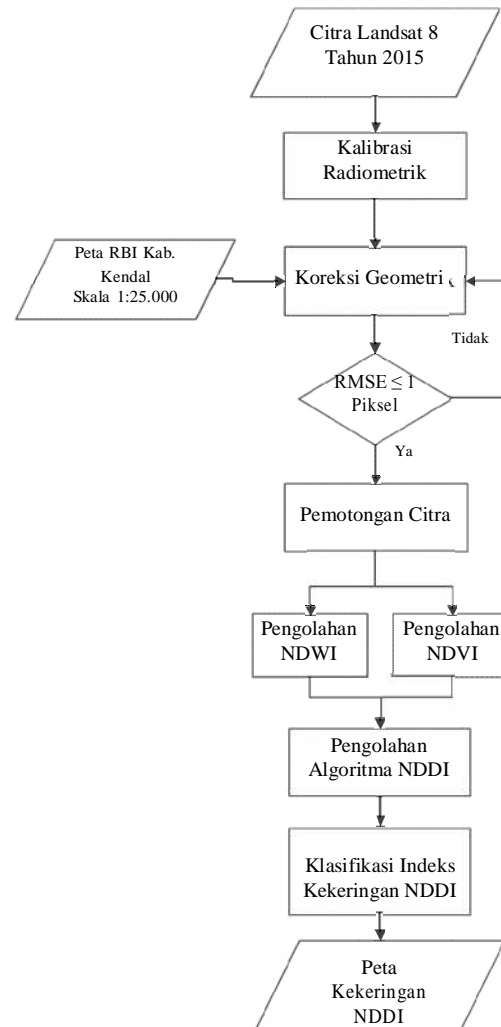
Bencana kekeringan ini memang tidak dapat dihindari tetapi dapat diminimalkan dampaknya jika potensi kekeringan lahan pertanian dapat dipantau sebelumnya. Adapun cara yang dapat yang dapat digunakan untuk memantau potensi kekeringan lahan pertanian adalah dengan teknologi penginderaan jauh yaitu melalui pengolahan menggunakan algoritma *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) (Gudk, 2007). Jadi, dengan menggunakan aplikasi dari penginderaan jauh pemantauan kekeringan secara berkesinambungan diharapkan dapat memberikan masukan informasi bagi pemerintah Kabupaten Kendal untuk mitigasi daerah yang berpotensi mengalami kekeringan pertanian.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tahapan Pengolahan Kekeringan

#### Metode NDDI

Pengolahan kekeringan lahan pertanian dengan metode NDDI secara umum dibagi dalam tahap koreksi geometrik, pemotongan citra dan reklasifikasi NDDI ke potensi kekeringan. Tahapan pengolahan kekeringan metode NDDI di sajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Pengolahan ini menghasilkan peta kekeringan lahan pertanian NDDI yang direklasifikasi sesuai Renza dkk (2010) yaitu kelas normal (-0,05-0,01), kekeringan ringan (0,01-0,15, sedang (0,15-0,25), berat (0,25-1) dan sangat berat (>1).

**2.2 Pertanian di Kabupaten Kendal**

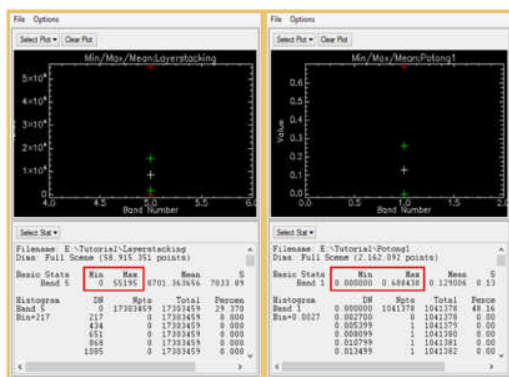
Data kalender tanam padi dari Dinas Pertanian kabupaten Kendal menunjukkan musim tanam (MT) 2 di Kabupaten Kendal dimulai pada minggu ke empat bulan Juni dan panen bulan September tahun 2015. Penelitian ini berfokus pada lahan pertanian sawah irigasi karena kajian fase tumbuh didasarkan pada data sekunder.

Sebagian besar varietas pada yang di tanam pada tahun 2015 merupakan varietas ciherang yang umumnya sekitar 110 hari dari hari tanam sampai panen, maka fase vegetatif berlangsung kira-kira selama 55 hari, fase reproduktif 20-25 hari. Kekeringan tanaman padi dilihat pada saat fase vegetatif dan reproduktif, karena pada fase tersebut tanaman padi membutuhkan air.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Kalibrasi Radiometrik**

Koreksi radiometrik ditujukan untuk menghilangkan efek kesalahan radiometrik pada saat perekaman. Proses koreksi ini dilakukan dengan mengkonversi *digital number* (DN) menjadi reflektan. Nilai reflektan menunjukkan respon objek terhadap gelombang matahari. Hasil proses kalibrasi radiometrik dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.** Sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) kalibrasi radiometrik

Secara visual hasil sebelum dan sesudah kalibrasi radiometrik tidak mengalami perubahan kecerahan warna,

tetapi dari segi nilai terjadi perubahan dari *digital number* yang bernilai ribuan menjadi reflektan dengan nilai 0 sampai dengan 1.

**3.2 Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik dilakukan untuk membuat citra yang akan digunakan sesuai koordinat sebenarnya dan untuk pengolahan pada proses-proses selanjutnya (Moreira dkk, 2012). Koreksi geometrik dilakukan dengan pemilihan 15 titik GCP yang tersebar di Kabupaten Kendal dengan menggunakan metode *polynomial* untuk citra yang mengalami pergeseran linear dan *resampling* citra menggunakan *nearest neighbor* dengan peta RBI skala 1:25000 yang menjadi acuan koreksi geometrik. Tingkat ketelitian citra dapat dilihat dari besarnya nilai akurasi horizontal. Kesalahan geometrik yang diperbolehkan adalah < 1 piksel atau 30 m pada citra *Landsat 8*.

Koreksi geometrik dilakukan hingga hasil RMSE yang didapatkan mempunyai nilai kurang dari 1 piksel. Nilai RMSE yang didapatkan dari tanggal 30 Juni 2015 sampai 18 September 2015 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Nilai RMSE data citra *Landsat 8*

No	Data Citra Landsat 8	RMSE (piksel)
1	30 Juni	0,5293
2	16 Juli	0,4466
3	1 Agustus	0,4289
4	17 Agustus	0,6020
5	2 September	0,4946
6	18 September	0,4073

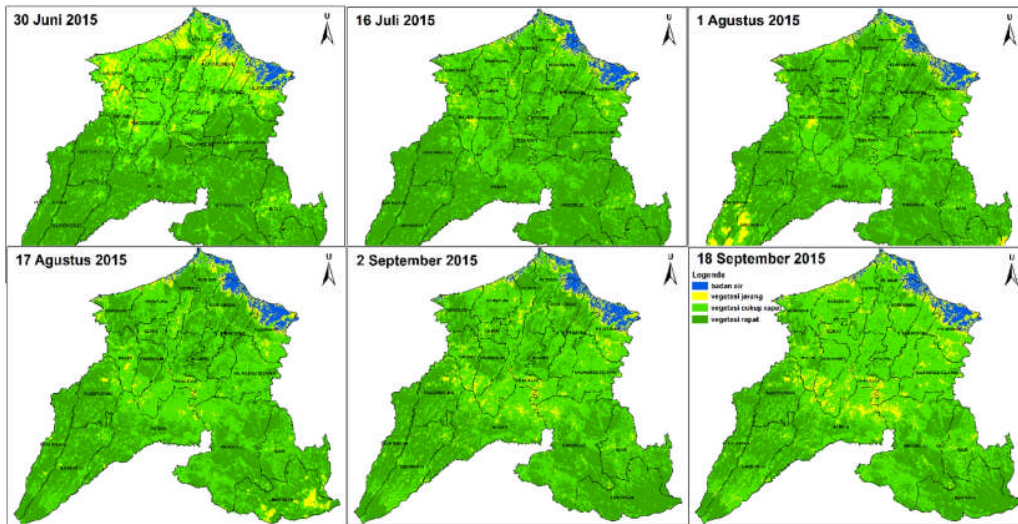
Nilai tersebut sudah memenuhi standar yang ada karena mempunyai nilai kurang dari 1 piksel, apabila nilai RMSE belum memenuhi ukuran 1 piksel maka harus dilakukan penentuan titik ulang GCP hingga hasilnya dapat memenuhi standar yang ada.

**3.3 Analisis Indeks Vegetasi (NDVI)**

Transformasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) digunakan untuk mengetahui hubungannya dengan potensi

kekeringan. Asumsi yang digunakan dalam adalah bahwa obyek vegetasi merupakan obyek dengan kapasitas peresapan air tinggi, sebaliknya obyek selain vegetasi merupakan obyek kedap air. Sehingga nilai NDVI yang tinggi menunjukkan daerah dengan kerapatan vegetasi tinggi,

kemampuan penyerapan air tinggi. Sebaliknya nilai NDVI yang rendah menunjukkan daerah dengan kerapatan vegetasi yang rendah, kemampuan penyerapan air rendah yang teridentifikasi kekeringan. Berikut hasil indeks vegetasi dapat dilihat pada gambar 4.



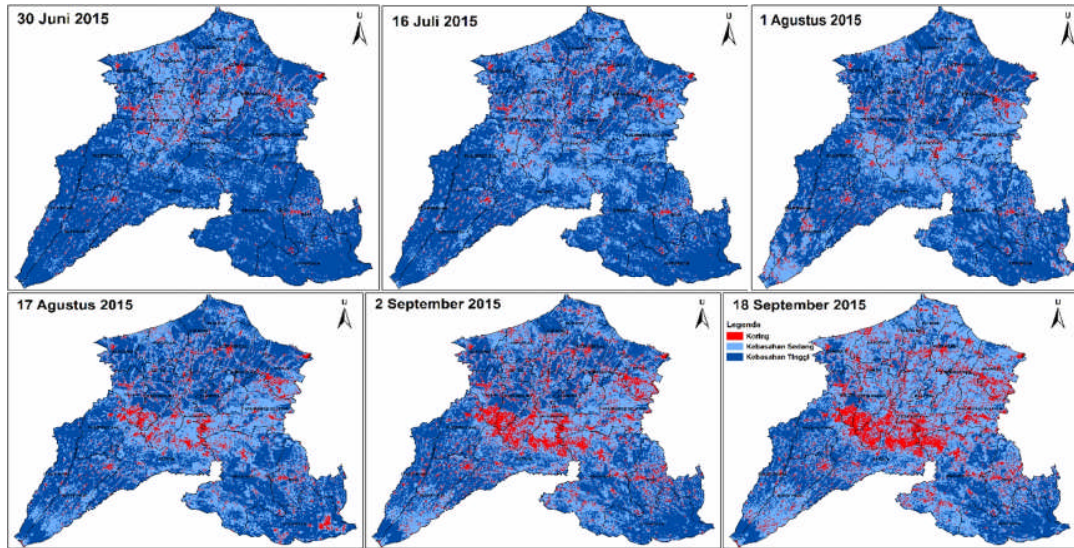
**Gambar 4.** Sebaran Indeks Vegetasi Kabupaten Kendal Tahun 2015

Dari gambar di atas dapat dilihat ada dua daerah yang mengalami perubahan yang cukup jelas yaitu daerah utara yang dominan sawah dan daerah selatan yang dominan hutan. Daerah utara Kabupaten Kendal yang dominan sawah, indeks vegetasi cenderung naik dari 30 Juni sampai 1 Agustus 2015. Hal ini terjadi karena pada 1 Agustus 2015 kelas vegetasi tertinggi merupakan kelas vegetasi rapat, terjadi karena fase vegetatif padi yang ditandai dengan daun padi tumbuh melebat. Pada daerah yang sama dari 1 Agustus sampai 18 September 2015 indeks vegetasi cenderung turun. Hal ini terjadi karena pada 18 September 2015 kelas vegetasi terendah merupakan kelas vegetasi rapat, terjadi karena fase pemasakan padi yang ditandai dengan menguningnya daun padi.

Kemudian pada daerah selatan yang dominan hutan, dari 30 Juni sampai 18 September 2015 indeks vegetasinya cenderung menurun ditandai kelas vegetasi rapatnya menurun karena curah hujan rendah dan menyebabkan kekeringan.

### 3.4 Analisis Indeks Kebasahan (NDWI)

Transformasi Indeks Kebasahan (*Normalized Difference Water Index*) digunakan untuk mengetahui hubungannya dengan potensi kekeringan. Asumsi yang digunakan adalah semakin rendah nilai spektral hasil transformasi indeks kebasahan suatu obyek maka obyek tersebut semakin kering, sebaliknya semakin tinggi tingkat nilai spektral hasil transformasi indeks kebasahan suatu obyek maka obyek semakin basah. Berikut hasil indeks kebasahan dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Sebaran indeks kebasahan Kabupaten Kendal tahun 2015

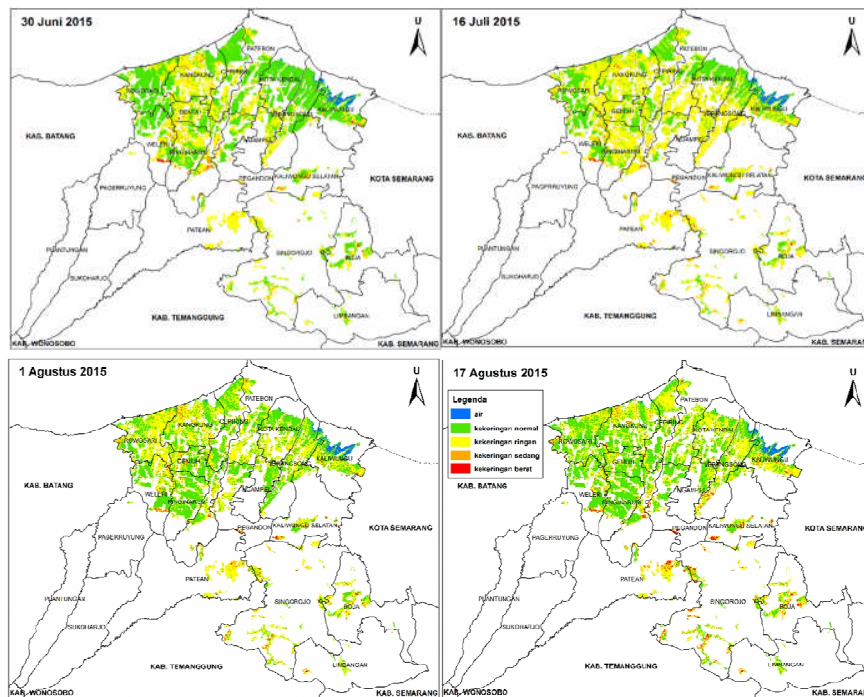
Dari gambar di atas indeks kebasahan mengalami perubahan yang cukup jelas dari bulan Juni sampai September 2015 dimana indeks kebasahan mengalami penurunan. Berdasarkan gambar di atas kelas kering (warna merah) mengalami kenaikan dimana kelas kering (tertinggi) terjadi pada bulan September, sedangkan pada kelas kebasahan tinggi (warna biru tua) mengalami penurunan sampai dengan bulan September ditandai dengan luasan kelas kebasahan tinggi (turun). Hal ini dapat disimpulkan bahwa telah terjadi kekeringan dari bulan Juni sampai dengan bulan September tahun 2015.

### 3.5 Analisis Kekeringan Pertanian Menggunakan Metode NDDI

Transformasi NDDI (*Normalized Difference Drought Index*) digunakan untuk

mengetahui kekeringan pada lahan pertanian. Asumsi yang digunakan adalah bahwa indeks kekeringan tinggi terjadi ketika indeks vegetasi menurun dan indeks kebasahannya juga ikut menurun sehingga terjadi kekeringan pada lahan pertanian.

Indeks kekeringan diolah berdasarkan fase vegetatif dan reproduktif padi karena pada fase tersebut tanaman padi membutuhkan air, beda dengan fase pemasakan padi sudah tidak terlalu membutuhkan air dan siap dipanen. Citra yang digunakan untuk mendeteksi kekeringan pertanian adalah citra yang berada pada fase vegetatif dan reproduktif yaitu citra 30 Juni 2015, citra 16 Juli 2015, citra 1 Agustus 2015 dan 17 Agustus 2015. Berikut hasil indeks kekeringan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Sebaran Indeks Kekeringan Lahan Pertanian Kabupaten Kendal

Berdasarkan hasil data olahan pada gambar 6 dapat disimpulkan bahwa kekeringan pertanian di Kabupaten Kendal terjadi pada 16 Juli tahun 2015. Luas kekeringan pertanian untuk setiap kecamatan di Kabupaten Kendal dapat dilihat pada tabel 3. Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan kekeringan pertanian pada 16 Juli tahun 2015 terparah terjadi di Kecamatan Brangsong, Kota Kendal, Patebon, Cepiring, Kangkung, Gemuh dan Ringinarum. Luas kekeringan pertanian kelas ringan terparah terjadi di Kecamatan Kangkung 1035,698 ha, kekeringan kelas sedang di Kecamatan Singorojo 95,796 ha dan kekeringan kelas berat di Kecamatan Weleri sebesar 41,103 ha.

Tabel 3. Luas kekeringan pertanian pada 16 Juli tahun 2015

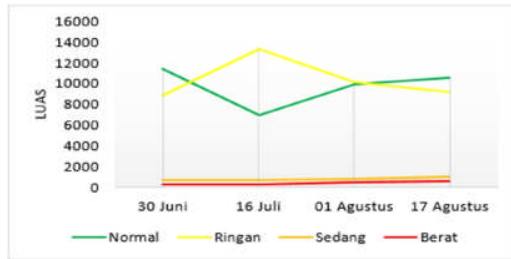
No	Kecamatan	Luas Kekeringan (Ha)				Luas Total (Ha)
		Normal	Ringan	Sedang	Berat	
1	Kaliwungu	491,913	780,137	22,370	24,236	1318,656
2	Brangsong	513,220	939,191	16,468	12,470	1481,349
3	Kota Kendal	692,123	877,872	20,491	13,584	1604,070
4	Patebon	390,177	929,908	27,011	8,360	1355,456
5	Cepiring	641,592	846,271	23,869	11,668	1523,400
6	Kangkung	465,433	1035,698	66,558	21,243	1588,932
7	Rowosari	647,159	832,380	32,776	9,381	1521,696
8	Weleri	621,495	762,618	77,991	41,103	1503,207
9	Gemuh	368,925	813,531	77,977	32,776	1293,209
10	Ringinarum	362,369	993,531	35,082	18,315	1409,297
11	Pegandon	312,363	713,956	28,362	11,899	1066,580
12	Ngampel	240,550	704,531	9,086	4,828	958,995
13	Kalwungu Selatan	233,302	683,531	42,747	11,076	970,656
14	Patean	175,487	723,559	60,722	23,510	983,278
15	Singorojo	251,068	705,099	95,796	21,553	1073,516
16	Boja	317,914	563,531	34,762	14,394	930,601
17	Pagerruyung	2,261	213,531	0,114	0,000	215,906
18	Limbangan	253,011	245,280	10,665	1,414	510,370
<b>Total Luas (Ha)</b>		<b>6980,362</b>	<b>13364,155</b>	<b>682,847</b>	<b>281,810</b>	<b>21309,174</b>

Berikut total luasan masing-masing kelas kekeringan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Luas Kekeringan Pertanian NDDI Th. 2015

No	Kelas Kekeringan	Luas Kekeringan Pertanian (Ha) Tahun 2015			
		30 Juni	16 Juli	01 Agustus	17 Agustus
1	Normal	11403,618	6980,362	9891,164	10603,243
2	Ringan	8907,378	13364,155	10139,812	9151,447
3	Sedang	721,815	682,847	837,943	1006,537
4	Berat	294,341	281,81	430,851	554,412

Berikut tampilan luas kekeringan pertanian Kabupaten Kendal tahun 2015 dalam grafik garis pada gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik luasan kekeringan pertanian Kabupaten Kendal tahun 2015

Dari gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa dari 30 Juni dan 16 Juli 2015 lahan pertanian mengalami kekeringan ditandai dengan naiknya luas kelas kekeringan ringan dari 8907,378 ha ke 13364,155 ha. Pada rentang waktu ini menurut kalender tanam dari Dinas Pertanian Kabupeten Kendal (2015) merupakan fase vegetatif padi, dimana padi sangat membutuhkan air dalam proses pertumbuhannya. Pada 16 Juli 2015 merupakan puncaknya lahan pertanian mengalami kekeringan, hal ini berdasarkan luas kelas kekeringan ringannya paling tinggi yaitu sebesar 13364,155 ha.

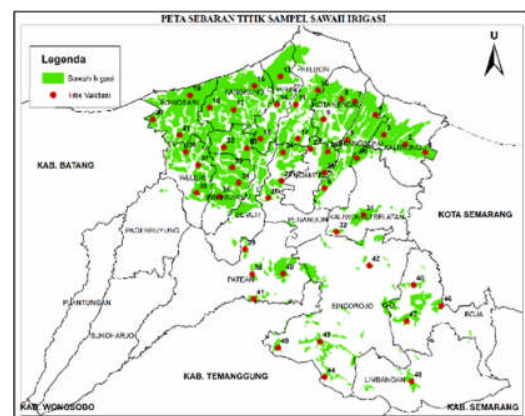
Pada 16 Juli sampai 17 Agustus 2015 luas kekeringan kelas ringan lahan pertanian cenderung menurun dari 13364,155 ha turun sampai 9151,447 ha, dan luas kelas kekeringan normal mengalami kenaikan dari 6980,362 ha naik sampai 10603,243 ha. Hal ini terjadi karena pada bulan Agustus curah hujannya naik daripada bulan sebelumnya. Kemudian berdasarkan wawancara yang dilakukan di Dinas Pertanian Kabupaten Kendal adanya upaya penanganan kekeringan dengan sumur pantek, gilir air dan pompa untuk meminimalisir kekeringan yang terjadi.

Pada kekeringan kelas sedang dan berat dari bulan Juli sampai Agustus grafik luas kekeringannya cenderung naik. Kekeringan kelas sedang dan berat banyak

terjadi di wilayah selatan Kabupaten Kendal. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Kendal, naiknya luasan kekeringan kelas sedang dan berat karena adanya beberapa sawah irigasi bagian selatan yang terletak di dataran tinggi tidak ditanami padi karena pengairan yang susah. Lahan sawahnya dijadikan sebagai tempat untuk menanam tanaman palawija yang kuat terhadap kekeringan.

### 3.6 Analisis Validasi Penelitian Validasi Fungsional Lahan Sawah Kabupaten Kendal

Validasi dilakukan untuk melihat fungsi lahan sawah irigasi pada musim kemarau, karena ada beberapa lahan sawah irigasi ketika musim kemarau beralih fungsi menjadi lahan palawija. Validasi dilakukan dengan cara interpretasi fungsional lahan sawah dengan citra resolusi tinggi (Worldview) pada masa tanam padi musim kemarau. Interpretasi citra dilakukan dengan penentuan titik sampel sebanyak 50 titik menggunakan metode *stratified random sampling* dimana titik sampel tersebar secara merata. Berikut sebaran titik validasi dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8.** Sebaran Titik Validasi Lahan Sawah

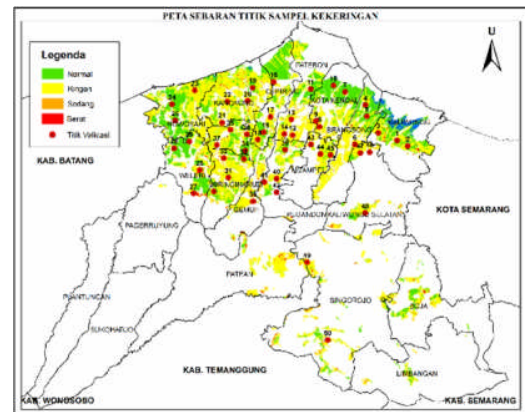
Berdasarkan hasil interpretasi fungsional lahan sawah pada musim kemarau diperoleh dari 50 titik sampel, 40 titik merupakan lahan sawah irigasi, 9 titik

merupakan lahan palawija dan 1 titik merupakan pemukiman karena masuk dalam batas sawah irigasi (bagian selatan Kecamatan Weleri). Jadi dapat disimpulkan bahwa pada musim kemarau adanya alih fungsi lahan sawah irigasi menjadi lahan palawija di beberapa daerah bagian selatan Kabupaten Kendal.

### 3.7 Validasi Kekeringan Pertanian Metode NDDI

Validasi dilakukan menyesuaikan data olahan dengan data kejadian bencana kekeringan pertanian tahun 2015 dari Dinas Pertanian Kabupaten Kendal. Berdasarkan data bencana tersebut kekeringan pertanian terjadi pada bulan Juli tahun 2015, dengan kelas kekeringan ringan menjadi kelas paling tinggi kekeringannya. Jika dilihat dari data pengolahan kekeringan pertanian menggunakan metode NDDI, diperoleh bulan Juli menjadi puncak kekeringan pertanian dengan kelas kekeringan ringan. Jadi dapat disimpulkan bahwa data olahan metode NDDI dengan data kejadian bencana kekeringan pertanian dilapangan memiliki kesesuaian.

Kemudian dilakukan validasi rekonstruksi data olahan dengan wawancara terhadap PPL (Penyuluh Pertanian Lapangan) Dinas Pertanian Kabupaten Kendal dan wawancara ke petani. Penentuan titik validasi menggunakan metode *stratified random sampling* yaitu dengan mengambil sampel sebanyak 50 titik. Berikut sebaran titik validasi dapat dilihat pada gambar 9.



**Gambar 9.** Sebaran Titik Validasi Kekeringan Pertanian

Dari 50 titik sampel diperoleh hasil yang sesuai dengan data dilapangan sebesar 41 titik dan data yang tidak sesuai sebesar 9 titik. Tingkat kesesuaian data validasi dilapangan dan data olahan kekeringan pertanian metode NDDI Kabupaten Kendal tahun 2015 adalah sebesar 82%. Jadi metode NDDI cukup baik dalam mendeteksi kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal tahun 2015.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sebaran kekeringan pertanian metode NDDI mulai dari kekeringan ringan, sedang sampai berat terjadi di daerah utara Kabupaten Kendal. Kekeringan pertanian terjadi pada bulan Juli tahun 2015. Wilayah yang mengalami kekeringan pertanian terparah adalah Kecamatan Brangsong, Kota Kendal, Patebon, Cepiring, Kangkung, Gemuh dan Ringinarum. Dari hasil olahan kekeringan pertanian pada bulan Juli menggunakan metode NDDI diperoleh luasan kekeringan normal 6980,362 ha, kekeringan ringan sebesar 13364,155 ha, kekeringan sedang 682,847 ha dan kekeringan berat 281,81 ha.
- b. Dari hasil validasi data olahan kekeringan pertanian menggunakan



metode NDDI dengan data lapangan diperoleh persentase kesesuaian sebesar 82%. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma NDDI cukup baik dalam mendeteksi kekeringan lahan pertanian di Kabupaten Kendal tahun 2015.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir, berikut saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya:

- a. Mencari literatur sebanyak-banyaknya dan memastikan adanya ketersediaan data yang akan digunakan dalam melakukan penelitian.
- b. Memilih citra yang bebas awan dan memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi agar mendapatkan informasi yang lebih detail dalam mendeteksi kekeringan pertanian.
- c. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan citra multitemporal agar bisa mendeteksi kekeringan pertanian secara akurat berdasarkan fase pertumbuhan tanaman padi sampai panen.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pertanian Kabupaten Kendal. 2015. Kalender Tanam Kabupaten Kendal 2015.
- Gu Yingxin, Jesslyn F. Brown, James P. Verdin dan Brian Wardlow. 2007. *A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United*

*States*. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, Vol. 34, L06407, doi:10.1029/2006GL029127.

- Moreira EE, Mexia JT dan Pareira LS. 2012. *Are drought occurrence and severity aggravating? a study on SPI drought class transitions using log-linear models and ANOVA-like inference*. Journal of Hydrology and Earth System Sciences. 16:3011-3028. doi:10.5194/hess-16-3011-2012.

- Renza, D, Estibaliz Martinez, Agueda Arquero dan Javier Sanchez. 2010. *Drought Estimation Maps by Means of Multidate Landsat Fused Images*. Department of Architecture and Technology of Computer Systems. Polytechnic University of Madrid (Spain). EARSeL.

#### Pustaka dari Internet

- Khairullah. 2009. *Pengertian Kekeringan Dan Langkah-Langkah Mengantisipasinya*. Tersedia pada <http://materi.pertanian.co.id/2009/04/pengertian-kekeringan-dan-langkah.html>.