

ANALISIS SEBARAN HOTSPOT DENGAN SPI TERHADAP KEJADIAN EL NINO TAHUN 2015 DI RIAU

SRI PANCARINI^{1*}, JUWITA SARI¹, SHELIN MELINDA²

¹*BMKG Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Sorong
Jl. Sungai Remu KM.8 Malanu, Malaingkeci, Sorong Utara, Kota Sorong, Papua-Barat 98412*

²*BMKG Stasiun Klimatologi Bengkulu, BMKG
Jl. Ir. Rustandi Sugianto, Kandang, Kampung Melayu, Kota Bengkulu, Bengkulu 39172*

*email: sripancariniwati@gmail.com

Diserahkan: 02/04/2023

Diterima: 02/05/2023

Dipublikasikan: 11/08/2023

Abstrak. Kejadian El Nino pada tahun 2015 berdampak pada sebagian besar wilayah Indonesia dalam hal kondisi kekeringan yang parah maupun kabut asap akibat kebakaran hutan. Kabut asap telah menjadi masalah bukan hanya di Indonesia namun juga negara lainnya. Kabut asap yang berasal dari titik api (hotspot) sering terjadi di wilayah Indonesia salah satunya di Riau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran hotspot dengan kondisi kekeringan pada tahun kejadian El Nino 2015. Data curah hujan dari 11 Pos Pengamat, data hotspot harian dari satelit MODIS Aqua-Terra, serta data indeks nino3.4 periode 2001-2017 digunakan dalam penelitian ini. Dalam menentukan kondisi kekeringan digunakan metode Standart Precipitation Index (SPI). Data hotspot harian diolah menjadi data bulanan selama periode 2001-2017 dan kemudian dilakukan analisis spasialnya dengan SPI. Hasil menunjukkan bahwa bulan Juli, September, dan Oktober terjadi kekeringan dengan kriteria Agak Kering hingga Sangat kering hampir di seluruh Riau disertai peningkatan hotspot yang tersebar merata.

Kata Kunci: Titik api, El Nino, Riau, SPI, MODIS, Presipitasi

Abstract. The El Nino incident in 2015 had an impact on most parts of Indonesia in terms of severe drought conditions and haze due to forest fires. Haze has become a problem not only in Indonesia but also in other countries. Haze from hotspots often occurs in one of Indonesia's regions in Riau. This study aims to determine the distribution of hotspots with drought conditions in the year of El Nino 2015. Rainfall data from 11 Observer Posts, daily hotspot data from MODIS Aqua-Terra satellites, and nino3.4 index data for the period 2001-2017 were used in this study. In determining drought conditions, the Standard Precipitation Index (SPI) method is used. Daily hotspot data is processed into monthly data for the period 2001-2017 and then spatial analysis is conducted with SPI. The results showed that in July, September and October there was a drought with the criteria rather dry to very dry in almost all of Riau accompanied by an increase in hotspots that were spread evenly.

Keywords: Hotspot, El Nino, Riau, SPI, MODIS, Precipitation

1. Pendahuluan

Kabut asap akibat kebakaran hutan telah menjadi masalah bukan hanya di Indonesia tetapi juga berdampak regional di Asia Tenggara yang berpengaruh terhadap berbagai sektor kehidupan seperti gangguan sosioekonomi, dampak politik dan gangguan kesehatan. Negara-negara yang biasanya terkena dampaknya adalah Singapura, Malaysia, Thailand Selatan, Brunei Darussalam dan Indonesia [1]. Kabut asap adalah salah satu fenomena

yang timbul dari banyaknya titik api (Hotspot) yang muncul di suatu daerah. Kabut asap sering terjadi di sebagian wilayah Indonesia seperti di Kalimantan dan Sumatera. Penyebab utamanya yakni pembukaan lahan baru dengan cara membakar atau pun akibat alami cuaca berupa suhu panas di musim kemarau yang cukup membuat hutan atau lahan terbuka mengering dan terbakar. Dampak dari adanya kabut asap di suatu wilayah dapat berpengaruh pada kualitas hidup masyarakat terutama masalah kesehatan pernapasan. Selain itu dampak massif dari pengaruh kabut asap di suatu wilayah yakni penurunan mobilitas masyarakat yang berujung perurunan ekonomi.

Riau merupakan salah satu provinsi dengan tingkat mobilitas penduduk yang cukup tinggi yang umumnya terpengaruh oleh isu kabut asap. Pergerakan ekonomi di provinsi Riau sangat bergantung pada kondisi cuaca. Pelemahan perekonomian yang umum terjadi di Riau diakibatkan oleh faktor alam berupa dampak kabut asap. Pada tahun 2015, di Provinsi Riau tingkat kabut asap hampir melumpuhkan total pergerakan aktivitas jual beli sehingga perekonomian Riau menurun drastis. Selain itu, akibat kabut asap yang melanda wilayah Riau mengakibatkan hampir seluruh masyarakatnya mengalami gangguan pernapasan baik ringan hingga berat. Kejadian pada tahun tersebut juga memberikan dampak ke negara tetangga seperti Singapura dan Malaysia, sehingga fenomena kabut asap di Riau tahun 2015 menjadi perhatian negara. Pemicu umum kabut asap di Riau, adanya kemarau panjang yang melanda Indonesia mengakibatkan banyak bermunculan titik api (Hotspot) disertai kondisi fisik pertanahan di wilayah Riau yang mudah terbakar yang menimbulkan asap.

Kabut asap yang terjadi di Riau pada tahun 2015 diteliti sebagai upaya dalam meningkatkan pengetahuan dan informasi secara visual akan wilayah Riau yang terdampak kabut asap berdasarkan jumlah curah hujan bulanan wilayah tersebut. Indikator penelitian yang divisualkan dalam bentuk indeks berupa *Standart Precipitation Index* (SPI). Indeks tersebut digunakan untuk menganalisis tingkat kekeringan yang berdampak pada munculnya titik api. Penggunaan indeks SPI dianggap dapat membantu menggambarkan kondisi suatu wilayah terkait pengembangan daerah [2].

Penelitian ini didukung sistem informasi geografis (SIG). Sistem tersebut memiliki kemampuan berupa manipulasi data, analisis, pemetaan terhadap informasi atribut, dan menampilkan data dalam bentuk gambar [3]. Selain itu, penelitian ini juga menggabungkan analisis data dari beberapa aspek termasuk didalamnya data satelit MODIS Aqua-Terra. Penggunaan data satelit MODIS Aqua-Terra didasarkan atas pertimbangan tersedianya data darat, laut, dan atmosfer yang berkesinambungan. Satelit MODIS juga merupakan satelit yang memiliki *time series* data harian yang dapat digunakan untuk pengamatan di daerah penelitian [4].

2. Data dan Metode

2.1 Data

Wilayah yang menjadi objek penelitian adalah Provinsi Riau. Provinsi Riau terletak antara, 2,56°LU – 1,083°LS dan 100,02°BT – 103,78°BT. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Data curah hujan bulanan yang diamati oleh 11 Pos Hujan yang tersebar di Riau (Sedinginan, Bangko, Pasirpangaraian, Batubersurat, Siak, Bangkinang, Stamet Japurarengat, Stamet Simpang, Tembilahan, Dumai, dan Sungai Paning Bengkalis) periode 2001-2017.

- Data indeks Nino 3.4 yang diperoleh melalui website (https://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos_wgsp/Timeseries/Data/nino34.long.anom.data) periode 2001-2017.
- Data hotspot yang berasal dari satelit MODIS Aqua-Terra di wilayah Riau yang merupakan data harian periode 2001-2017 melalui website (<https://www.rsgis.info/2016/09/08/download-data-hotspot-via-modis/>).

2.2 Metode

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu mengolah data hotspot harian yang diperoleh dari satelit MODIS Aqua-Terra diubah menjadi data titik panas bulanan dengan menghitung jumlah titik panas yang muncul setiap bulannya pada koordinat Riau. Adapun kriteria titik panas yang dihitung adalah titik panas yang memiliki tingkat kepercayaan lebih dari atau sama dengan 80%. Data hotspot bulanan yang telah diolah kemudian dibandingkan dengan data lainnya seperti data curah hujan dan indeks Nino 3.4.

Selain langkah di atas juga dilakukan analisis mengenai sebaran hotspot selama tahun kejadian El Nino 2015 dengan kejadian kekeringannya secara spasial. Indeks kekeringan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan Metode *Standart Precipitation Index* (SPI). Metode dikembangkan oleh McKee et al tahun 1993. Metode ini merupakan model untuk mengukur kekurangan/*deficit* curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normal. Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian sebagai berikut:

$$G(x) = \int_0^x g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t/\beta} dt \quad (1)$$

Nilai α dan β diestimasi untuk setiap stasiun hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3)$$

dengan n = jumlah data, atau

$$\alpha = \frac{\bar{x}^2}{s^2} \quad (4)$$

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

Karena fungsi gamma tidak terdefinisi untuk $x=0$, maka *cumulative probability* $G(x)$ menjadi:

$$H(x) = q + (1 - q).G(x) \quad (6)$$

dimana q adalah probabilitas $x=0$.

Nilai SPI merupakan probabilitas kumulatif $H(x)$ yang kemudian di transformasikan ke dalam standar normal dengan variabel Z , dengan nilai rata-rata 0 dan variasi 1. Nilai yang diperoleh Z tersebut merupakan nilai SPI.

Nilai SPI atau standar normal variabel Z lebih mudah dicari dengan perhitungan menggunakan formula yang dikemukakan oleh Abramowitz dan Stegun (1964) dalam McKee (1993)[5] berikut:

Perhitungan Z atau SPI untuk $0 < H(x) \leq 0.5$

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), \text{ dengan } t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \quad (7)$$

Perhitungan Z atau SPI untuk $0.5 < H(x) \leq 1.0$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), \text{ dengan } t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{1.0 - (H(x))^2} \right)} \quad (8)$$

Dengan nilai koefisien dari Mc. Kee sebagai berikut:

$$\begin{aligned} c_0 &= 2,515517 & d_1 &= 1,432788 \\ c_1 &= 0,802853 & d_2 &= 0,189269 \\ c_2 &= 0,010328 & d_3 &= 0,001308 \end{aligned}$$

Dengan kategori SPI berdasarkan McKee dkk. (1993) sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Kekeringan SPI

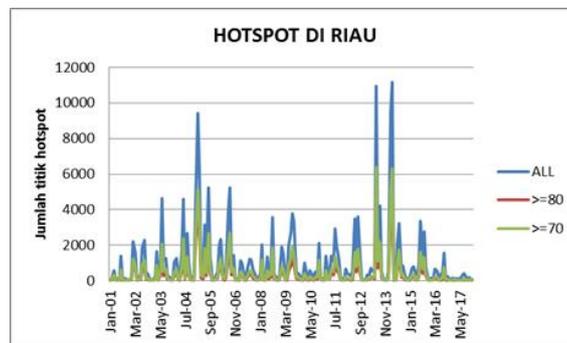
Klasifikasi	Nilai SPI
Sangat Kering	≤ -2.00
Kering	$(-1.99) - (-1.50)$
Agak Kering	$(-1.49) - (-1.00)$
Normal	$(-0.99) - (0.99)$
Agak Basah	$1.00 - 1.49$
Basah	$1.50 - 1.99$
Sangat Basah	≥ 2.00

Hasil dari langkah-langkah yang telah dilakukan ditampilkan sebagai berikut.

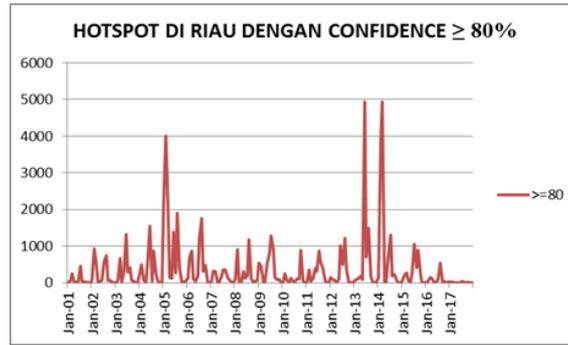
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran Hotspot, Variabilitas Curah Hujan, dan Indeks Nino 3.4 Bulanan

Sebaran Hotspot, Variabilitas Curah Hujan, dan Indeks Nino 3.4 Bulanan ditunjukkan pada Gambar 1.

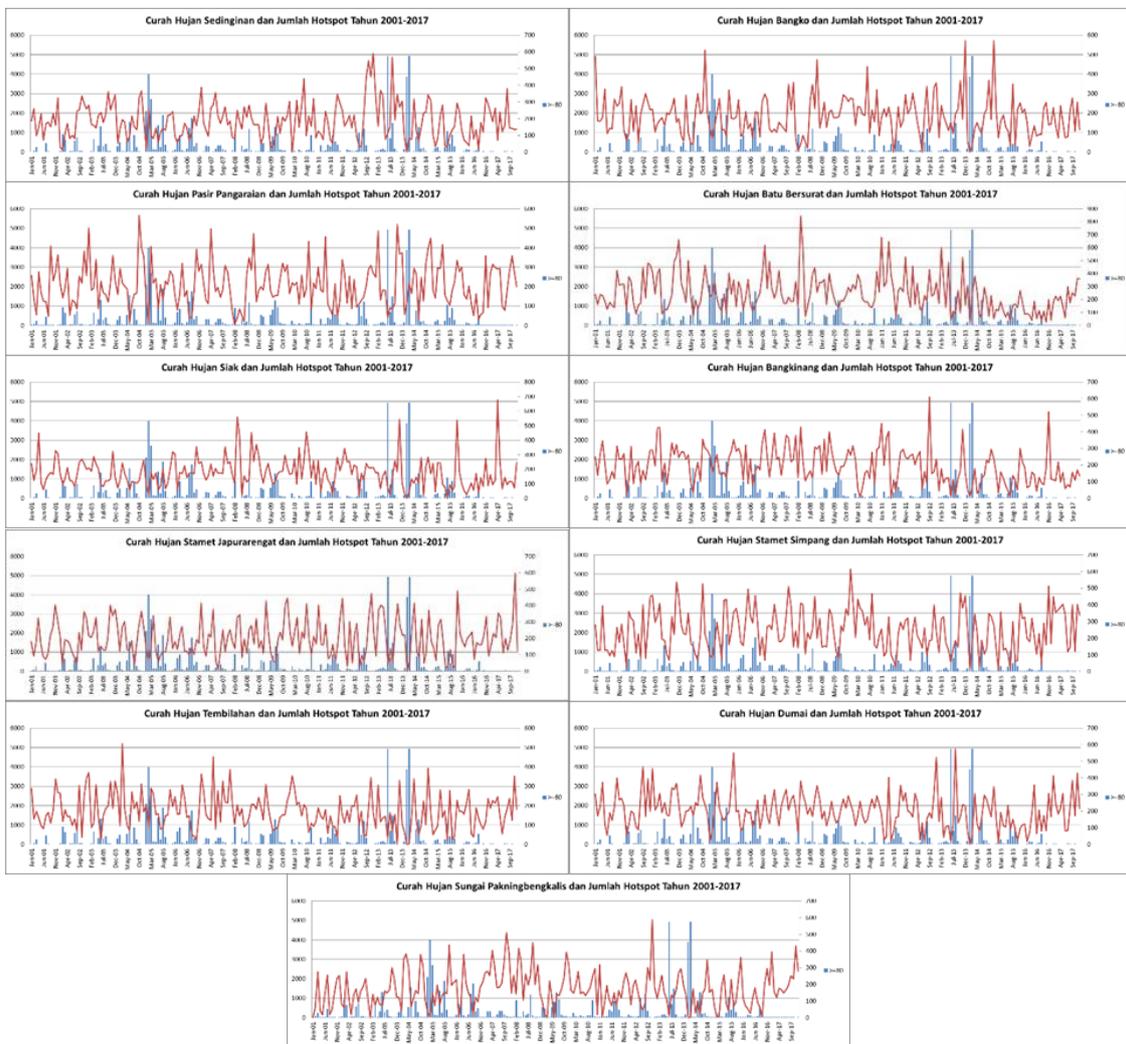


Gambar 1.a. Grafik time serie jumlah hotspot di Riau Periode 2001-2017 dengan tingkat kepercayaan $\geq 0\%$, $\geq 70\%$, dan $\geq 80\%$



Gambar 1.b. Grafik time serie jumlah hotspot di Riau Periode 2001-2017 dengan tingkat kepercayaan $\geq 80\%$

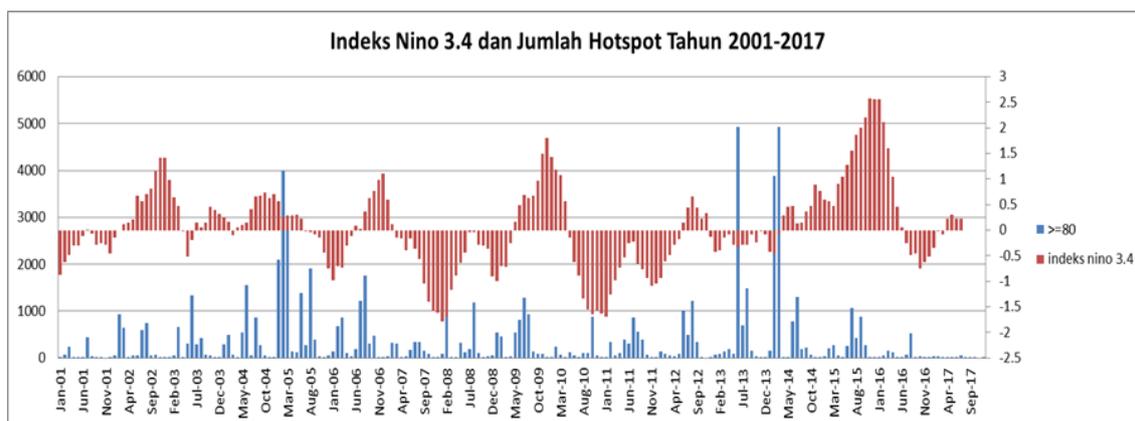
Gambar 1 di atas menunjukkan jumlah hotspot di Riau secara beruntun periode 2001 – 2017. Umumnya untuk tingkat kepercayaan $\geq 0\%$, $\geq 70\%$, dan $\geq 80\%$ memiliki pola yang mirip, hanya saja memiliki jumlah yang berbeda-beda, tingkat kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\geq 80\%$.



Gambar 2. Grafik Time Series Hotspot dengan CH per Pos Hujan Periode 2001-2017

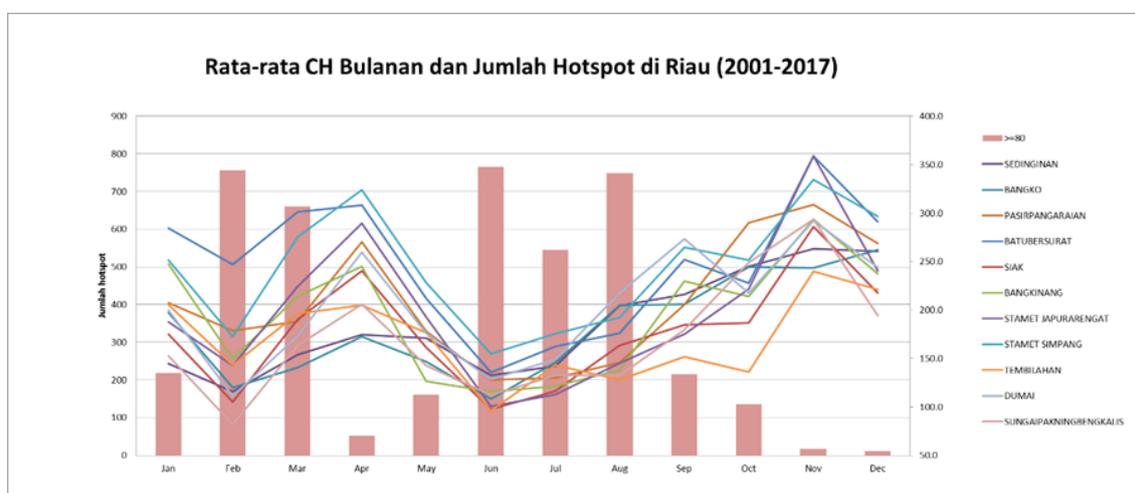
Jumlah hotspot maksimum terjadi pada yang terdeteksi pada bulan Februari 2005 sebanyak 4004 titik, bulan Juni 2013 sebanyak 4933 titik, dan bulan maret Maret 2014

sebanyak 4937 titik. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa kejadian maksimum untuk peningkatan jumlah hotspot terjadi pada bulan Maret 2014. Selain variasi jumlah hotspot time series pada gambar sebelumnya, grafik variasi hotspot dengan CH per Pos Hujan secara time series juga disajikan pada Gambar 2. Dari 11 grafik sesuai masing-masing Pos Hujan menunjukkan pola yang serupa dimana jika variasi CHnya tinggi, jumlah hotspotnya rendah. Begitu juga sebaliknya, saat CHnya rendah maka jumlah hotspotnya meningkat.



Gambar 3. Grafik Time Series Hotspot dengan Indeks Nino 3.4 Periode (2001-2017)

Gambar 3 menunjukkan bahwa umumnya kejadian hotspot di Riau tidak begitu dipengaruhi oleh indeks Nino 3.4. Pada saat indeks Nino 3.4 bernilai positif jumlah hotspotnya meningkat, namun ada juga yang berkurang seperti pada tahun. Dan pada saat indeksnya bernilai negatif, jumlah hotspotnya tinggi seperti pada tahun 2008, 2010, 2013, dan 2014. Namun secara keseluruhan antara jumlah hotspot dan indeks Nino 3.4 memiliki pola yang berbanding lurus.



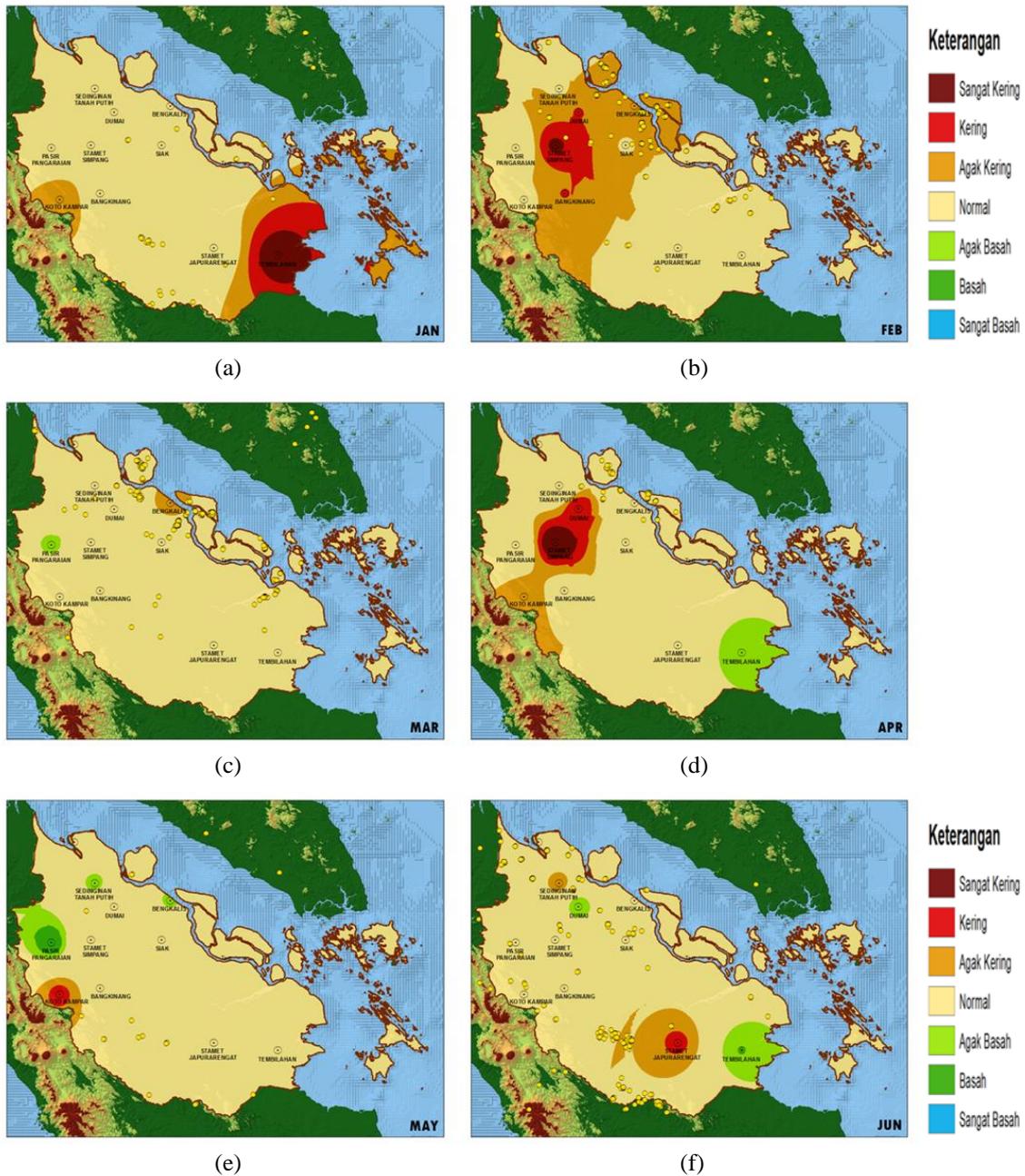
Gambar 4. Grafik Rata-rata CH Bulanan dengan Jumlah Hotspot di Riau Periode (2001-2017)

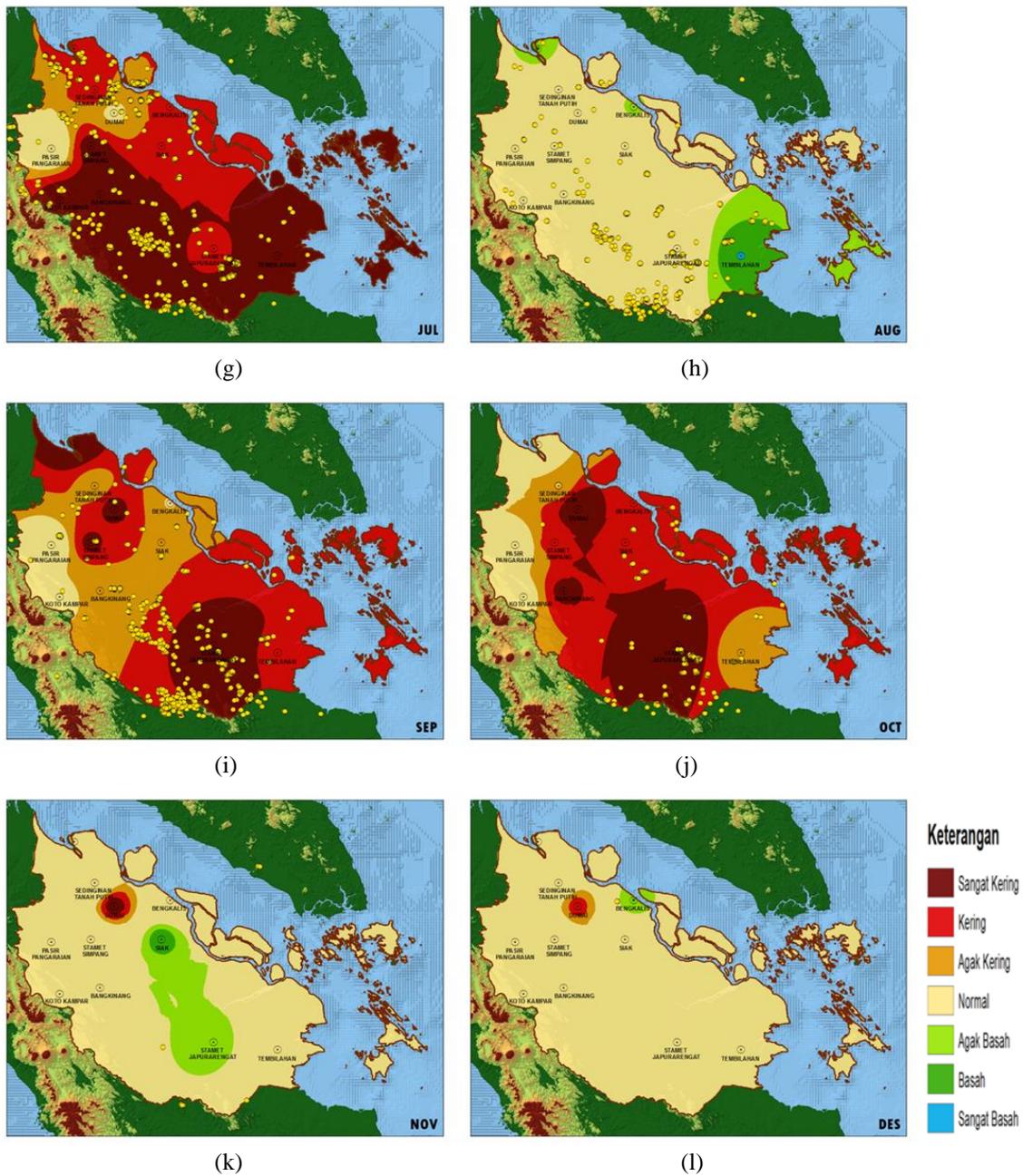
Variasi curah hujan tentu berpengaruh terhadap kejadian hotspot. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3. dimana pada saat curah hujan rata-rata bulanan selama periode 2001-2007 bernilai rendah kejadian hotspotnya memiliki jumlah yang tinggi. Begitu juga sebaliknya, pada saat curah hujannya tinggi, kejadian hotspotnya memiliki nilai yang sangat kecil. Dari grafik di atas, pola hujan yang ditunjukkan oleh beberapa pos hujan di Riau memiliki pola equatorial, dimana terdapat dua puncak musim hujan dalam setahun dan pola hotspotnya juga mengikuti pola hujannya, namun berbanding terbalik. Gambar

4 menunjukkan rata-rata jumlah hotspot maksimum periode 7 tahun terjadi pada bulan Februari, Juni, dan Agustus dengan jumlah masing-masing yaitu sebesar 757, 765, dan 749 titik. Sedangkan rata-rata jumlah hotspot minimum terjadi pada bulan April, November, dan Desember dengan jumlah masing-masing yaitu sebesar 53, 16, dan 11 titik.

3.2 Hubungan SPI dan Sebaran Hotspot Pada Tahun El Nino

Kejadian El Nino pada tahun 2015 memberikan dampak di Indonesia, termasuk Riau. Analisis SPI digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui bulan-bulan kering atau basah yang ditunjukkan dengan indeks sangat basah hingga sangat kering serta sebaran hotspotnya secara spasial pada bulan Januari – Desember tahun 2015.





Gambar 5. Analisis SPI terhadap Sebaran Hotspot Januari – Desember (a-l) 2015

Gambar 5 di atas merupakan gambaran SPI pada tahun 2015 pada bulan Januari hingga Februari (Gambar 5. a-l) serta sebaran hotspotnya. Pada bulan Januari, kriteria Sangat Kering terjadi di wilayah sekitaran pos hujan Tembilahan dan kriteria Agak Kering terjadi wilayah sekitar pos hujan Koto Kampar. Untuk kejadian hotspotnya sendiri tidak terlalu banyak dan tersebar di bagian selatan Riau yaitu di wilayah sekitaran Stamet Japurarengat. Pada bulan Februari, kriteria Kering terjadi di wilayah sekitar Pos Hujan Dumai, Bangkinang, dan Stamet Simpang, dan kriteria Agak Kering terjadi di sekitaran wilayah Pos Hujan Siak dan Bengkalis. Untuk sebaran hotspotnya sendiri terjadi di bagian utara Riau yaitu sekitaran wilayah Pos Hujan Bengkali, Siak, dan Stamet Simpang. Pada bulan Maret kriteria SPI Agak kering terjadi di wilayah sekitaran Pos Hujan Bengkalis dengan adanya hotspot yang tersebar cukup merata di wilayah tersebut. Sedangkan terdapat wilayah yang mengalami kriteria Agak Basah yaitu di wilayah sekitaran Pos Hujan Pasir

Pangairan. Untuk bulan April kriteria SPI Sangat Kering terjadi di wilayah sekitaran Stamet Simpang. Kriteria Kering terjadi di wilayah sekitaran Pos Hujan Dumai diikuti dengan kejadian hotspot yang tersebar di sebelah utara. Untuk kriteria Agak Basah terjadi di wilayah sekitaran Pos Hujan Tembilahan. Pada bulan Mei sebaran hotspot di Riau sangat sedikit. Kriteria Kering terjadi di wilayah sekitaraan Pos Hujan Kampar dan Kriteria Agak Basah Terjadi di wilayah sekitaran Pos Hujan Bengkalis, Sedingin, Tanah Putih, dan Pasir Pangairan. Pada bulan Juni kriteria SPI Agak Kering - Kering terjadi di wilayah sekitaran Stamet Japurarengat dan Sedingin. Untuk kriteria Agak Basah terjadi di wilayah sekitaran Pos Hujan Tembilahan dan Dumai dengan sebaran hotspotnya sendiri meningkat dari bulan sebelumnya dan tersebar cukup merata kecuali di wilayah sekitaran Tembilahan.

Pada bulan Juli terjadi kekeringan hampir seluruh wilayah Riau dengan Kriteria Sangat Kering hingga Agak Kering kecuali di sekitaran wilayah Dumai dan Pasir Pangairan. Kekeringan ini juga diikuti oleh peningkatan hotspot yang tersebar merata hampir di setiap wilayah di Riau. Untuk bulan Agustus, kriteria SPI kembali Normal namun kejadian hotspotnya masih tinggi walaupun tidak seperti bulan sebelumnya. Pada bulan September kriteria SPI dengan kriteria Sangat Kering – Agak Kering terjadi hampir di seluruh wilayah Riau dengan kejadian hotspotnya meningkat lagi dibanding bulan sebelumnya yang terjadi di wilayah sekitaran Tembilahan, Stamet Japurarengat, Bangkinang, dan Siak. Untuk bulan Oktober kondisi SPI di Riau umumnya mirip dari bulan sebelumnya namun kejadian hotspotnya lebih sedikit.

Pada bulan November kriteria SPI umumnya kembali normal kecuali di wilayah sekitaran Stamet Japurarengat dan Siak dengan kriteria Agak Basah – Basah. Kejadian hotspotnya sendiri sangat sedikit dari bulan-bulan sebelumnya. Kondisi ini hampir sama dengan bulan Desember namun sebaran hotspotnya yang paling sedikit jika dibandingkan Januari – November.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan sebelumnya didapatkan kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- Terdapat faktor lain yang mempengaruhi kejadian hotspot selain El Nino, Dampak El Nino memang memengaruhi jumlah hotspot di Riau, namun tidak begitu signifikan. Seperti jumlah hotspot yang tinggi pada tahun 2005, 2013, dan 2014.
- Rata-rata jumlah hotspot bulanan tertinggi selama kurun waktu tertinggi terjadi pada bulan Februari, Juni, dan Agustus dimana pada bulan-bulan ini merupakan bulan kering. Sedangkan Jumlah rata-rata terendahnya yaitu pada bulan April, November, dan Desember mengingat pada bulan-bulan ini merupakan bulan basah di Riau.
- Pada saat tahun El-Nino yaitu tahun 2015, Kekeringan sangat parah terjadi pada bulan Juli hingga Oktober yang diimbangi dengan tingginya kejadian hotspot pada bulan-bulan tersebut. Namun jumlah hotspot pada tahun kejadian El Nino tidak sebanyak tahun 2005, 2013, dan 2014.

Daftar Pustaka

1. Ho RC, Zhang MW, Ho CS, Pan F, Lu Y, Sharma VK. 2014. Impact of 2013 south Asian haze crisis: study of physical and psychological symptoms and perceived dangerousness of pollution level. *BMC Psychiatry* 14 81, doi:10.1186/1471-244X-14-81.

2. Saidah, H.2017. Analisa Indeks dan Sebaran Kekeringan Menggunakan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) dan Geographical Information System (GIS) untuk Pulau Lombok. *JurnalSpektran* Vol. 5Nomor 2, 173-179.
3. Kropla, Bill. 2005. *Beginning MapServer : Open Source GIS Development*. Apress: California.
4. Dicky, M., Sasmito, B., Haniah. 2013. Analisis Distribusi Total Suspended Matter dan Klorofil-A Menggunakan Terra MODIS Level 1B Resolusi 250 Meter dan 500 Meter. *Jurnal Geodesi UNDIP* (Vol 2 Nomor 1). Fakultas Teknik. UNDIP: Semarang.
5. McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA, pp.179-186.