

PEMANTAUAN DAN MITIGASI TINGKAT POTENSI BENCANA KEKERINGAN DI KOTA DUMAI

Eggy Arya Giofandi^{1*}, Dhanu Sekarjati², Fitrah Andika Riyadhno³

^{1,3}Program Studi Geografi, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia

²Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia

¹aryaeggy15@gmail.com, ²dhanusekar77@gmail.com, ³fitrahandikaa28@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak: Kekeringan lahan yang terjadi saat musim kemarau memberikan dampak buruk bagi vegetasi, salah satunya tanah Gambut sangat sensitif terhadap kenaikan suhu menimbulkan kebakaran hutan. Kota Dumai menjadi salah satu daerah yang sering mengalami kebakaran hutan dan lahan, efek terjadi kebakaran ini menjadikan lahan tersebut memiliki kualitas yang menurun meliputi fisika, kimia, dan adanya erosi tanah. Dalam tulisan ini, kami memantau adanya peningkatan dan penurunan dalam beberapa kategori kekeringan lahan. Adapun parameter yang digunakan seperti *Vegetation Health Index* (VHI), *Vegetation Condition Index* (VCI), dan *Temperature Condition Index* (TCI) pada tahun 2013 dan tahun 2018. Hasil penelitian menjelaskan bahwa wilayah kekeringan mengalami kenaikan total selama periode pengamatan sebesar 23.119 ha lahan, dengan kategori tanpa kekeringan terjadi penurunan seluas 23.119 ha lahan, kemudian kategori kekeringan ringan terjadi peningkatan seluas 19.510 ha lahan, selanjutnya kategori kekeringan sedang terjadi peningkatan seluas 13.444 ha lahan, lalu kategori kekeringan parah terjadi penurunan seluas 9.163 ha lahan, dan kekeringan ekstrim mengalami penurunan seluas 672 ha lahan. hal ini sejalan dengan terjadinya kenaikan pada suhu tahun 2013 mencapai 38°C kemudian mengalami peningkatan menjadi 47,53°C di tahun 2018 yang sedang mengalami kebakaran hutan dan lahan.

Kata Kunci: *Kekeringan; indeks kesehatan vegetasi.*

Abstract: *Land drought that occurs during the dry season has a negative impact on vegetation, one of which is Peat soil is very sensitive to rising temperature causing forest fires. Dumai City is one of the areas that often experience forest and land fires, the effect of this fire makes the land has a declining quality including physics, chemistry, and the presence of soil erosion. In this paper, we monitor the increase and decline in several categories of land drought. The parameters used such as vegetation health index (VHI), vegetation condition index (VCI), and temperature condition index (TCI) in 2013 and 2018. The results of the study explain the drought area experienced a total increase during the observation period of 23.119 hectares of land, with the category without drought decreased by 23.119 ha, then the category of mild drought increased by 19.510 ha, then the category of drought was an increase of 13.444 ha, then the severe drought category decreased by 9.163 ha, and extreme drought decreased by 672 ha. this is in line with the increase in temperature in 2013 which reached 38 °C and then increased to 47.53 °C in 2018 which is experiencing forest and land fires.*

Keywords: *Drought; vegetation health index.*



Article History:

Received: 20-06-2020

Revised : 13-08-2020

Accepted: 16-08-2020

Online : 02-09-2020



*This is an open access article under the
CC-BY-SA license*

A. LATAR BELAKANG

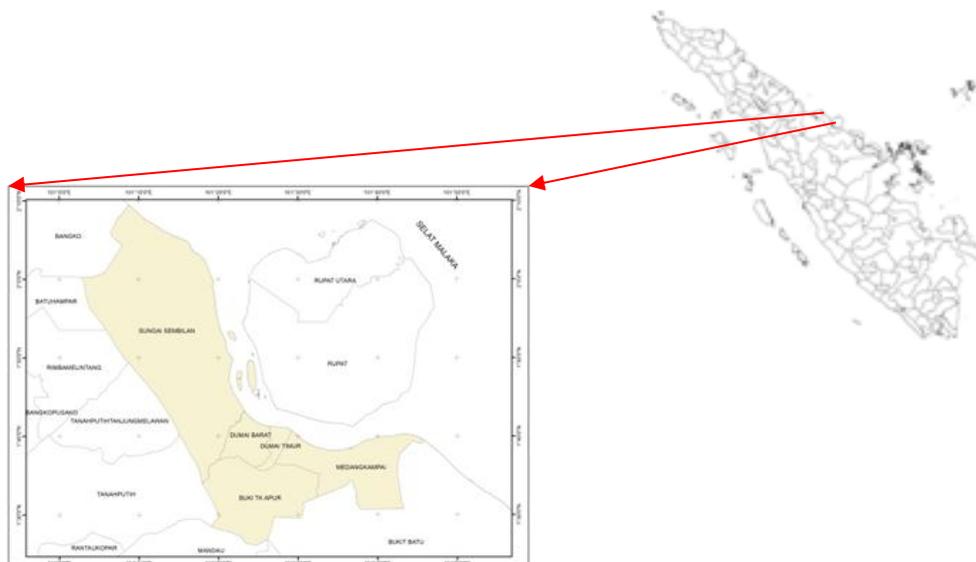
Kekeringan merupakan salah satu bencana alam yang memiliki dampak signifikan pada bidang sosial-ekonomi, pertanian, perkebunan, dan lingkungan. Kekeringan menjadi fenomena yang sulit untuk diperkirakan, ditafsirkan, dan diatasi hanya dengan menggunakan satu indikator, tidak seperti bencana alam lainnya yang memiliki awal dan akhir pasti kejadiannya (Dhawale & Paul, 2018). Secara umum, kekeringan memberikan kesan kelangkaan air mengakibatkan karena tidak cukup curah hujan, evapotranspirasi tinggi dan eksploitasi lebih sumber daya air. Sedangkan menurut (Wilhite & Glantz, 2019) kekeringan dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu kekeringan meteorologi, kekeringan hidrologi, dan kekeringan pertanian. Dari kategori ini berbagai peneliti telah mengembangkan indikator-indikator untuk menganalisis tingkat keparahan dan intensitas kondisi kekeringan. Adapun kekeringan meteorologi mengacu pada iklim suatu wilayah atau daerah, kemudian kekeringan hidrologis terjadi ketika pasokan air rendah, dan kekeringan pertanian mengacu pada kurangnya kelembaban didalam tanah menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman dan produksi (Sholihah et al., 2016). Selain itu, *moisture-stress* dan *thermal-stress* juga berperan dalam perkembangan kekeringan, sedangkan keparahan kekeringan diatur oleh pasokan kelembaban, yang secara langsung terkait dan bergantung pada curah hujan dan embun (Bhuiyan, 2008).

Penggunaan metode statistik untuk mendekati hubungan antara hasil dan variabel meteorologi telah menjamur selama dekade terakhir (García-león & Contreras, 2016). Hal ini, disebabkan meningkatnya ketersediaan dan kualitas data yang diamati, pengembangan alat komputer yang dapat menangani set data besar, dan adopsi teknik observasi. Hasil perekaman dari pemantauan berbasis satelit dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan dari global dalam skala nasional termasuk salah satunya kekeringan serta dapat membantu menganalisis perubahan spasial dan temporal selama bertahun-tahun (Krzyszhanovskaya, Groen, Bozak, & Hoekstra, 2015). Dari berbagai banyak indeks kekeringan vegetasi berdasarkan data penginderaan jauh yang telah diperkenalkan, indeks kesehatan vegetasi berguna untuk memberikan deteksi kekeringan yang lebih baik dibandingkan dengan indeks kekeringan lainnya (Bento, Trigo, Gouveia, & DaCamara, 2018).

Penelitian ini menghasilkan indeks kekeringan kemudian dipelajari, dianalisis, dan dibandingkan dengan disampingkan intensitas serta durasi kekeringan diberbagai bagian yang telah dipantau kemudian melakukan interpretasi terhadap pengamatan visual dari peta yang dihasilkan dengan tujuan memperkirakan kontribusi stres thermal dan kerapatan vegetasi.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Dumai (101°14'-101°34'BT dan 0°25'-0°45'LU). Data yang digunakan adalah citra Landsat 7 perekaman tahun 2013 dan Landsat 8 OLI perekaman tahun 2018, sedangkan syarat pemilihan citra berada dalam musim kemarau. Kemudian metode yang digunakan dalam penelitian yaitu *Land Surface Temperature (LST)*, *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, *Temperature Condition Index (TCI)*, *Vegetation Condition Index (VCI)*, dan *Vegetation Health Index (VHI)*.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

1. Suhu Permukaan Tanah

Dalam ekstraksi citra landsat 7 & 8 menggunakan kanal band 6 dan band 10 (infra merah termal) untuk mendeteksi suhu permukaan darat.

a. DN to Spektral Radian

$$L\lambda = MP \times Qcal + AL \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

M_L = faktor skala

A_L = faktor penambah

$Qcal$ = Digital Number (DN)

Kemudian setelah digital number tadi di kalkulasikan menjadi radian, selanjutnya nilai spektral radian di konversi ke suhu kecerahan yang suhu efektif dilihat oleh satelit dengan asumsi emisivitas persatuan.

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{CVR_2} + 1\right)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

T = Suhu (Kelvin)

CVR = Nilai Radian Pada Band Thermal

K_1 & K_2 = Ketetapan

Selanjutnya setelah menghitung nilai suhu pada satuan Kelvin, kami melakukan proses konversi dari Kelvin menjadi Celcius.

$$C = K - 272.15 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

C = Celcius

K = Kelvin

2. Kerapatan Vegetasi

Dalam menganalisis tingkat kehijauan vegetasi menggunakan suatu nilai yang memiliki interval tertentu dimana nilai tersebut mempresentasikan tingkatan kerapatan tumbuhan yang dipengaruhi oleh kondisi klorofil terkandung didalam tumbuhan tersebut. Sedangkan fenomena penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya inframerah dekat (NIR) oleh jaringan mesofil yang

terdapat pada daun akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada kedua band tersebut akan berbeda (Ardiansyah, 2015).

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

NIR = Band Near Infrared

Red = Band Merah

3. Kesehatan Vegetasi

Indek kesehatan vegetasi merupakan kombinasi antara nilai transformasi indeks kondisi vegetasi (VC) dan indeks kondisi suhu (TCI). Nilai indeks kondisi vegetasi berawal dari nilai NDVI yang menganalisis nilai-nilai NDVI dari data historis untuk menilai kondisi kelembaban tanah suatu daerah. Nilai kondisi vegetasi selanjutnya direklasifikasi dari 0 hingga 100 untuk menganalisis tingkat keparahan kondisi kekeringan (F. Kogan, Gitelson, Zakarin, Spivak, & Lebed, 2003).

$$VCI = 100 \times \frac{(NDVI-NDVimin)}{(NDVImax-NDVimin)} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

NDVI = Nilai Hasil Transformasi Vegetasi

NDVImax = Nilai Spektral Tertinggi

NDVimin = Nilai Spektral Terendah

100 = Konstanta

Kemudian indeks kondisi suhu bermula dari turunan nilai band thermal yang kemudian dikonversikan ke kelvin dan celcius. Setelah suhu diketahui dapat ditemukan kekeringan ketika suhu tinggi ditambah dengan kondisi kelembaban tanah yang buruk. Oleh karena itu, kesehatan vegetasi efek termal dapat ditelusuri secara efektif menggunakan TCI (F. Kogan, 2002). Informasi ini dapat menganalisis catatan historis Suhu Permukaan Tanah dari periode dan bulan tertentu. Lalu membandingkan nilai minimum dan maksimum suhu permukaan untuk menentukan persebaran kekeringan. Maka formula yang digunakan dalam menghitung kondisi suhu adalah:

$$TCI = 100 \times \frac{(BTmax-BT)}{(BTmax-BTmin)} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

BT = Nilai Hasil Transformasi Suhu Permukaan

BTmax = Suhu Tertinggi

BTmin = Suhu Terendah

100 = Konstanta

Selanjutnya menggabungkan hasil dari transformasi kondisi vegetasi dan kondisi suhu yang menghubungkan tekanan termal dan kelembaban tanah untuk memberikan kondisi kesehatan vegetasi total. Hal ini menjadikan lebih kuat dengan tutupan vegetasi dari pada hanya menggunakan satu persamaan indeks, hasilnya menunjukkan kesesuaian yang lebih baik dalam mendeteksi kondisi vegetasi yang terkena dampak kekeringan karena mempertimbangkan kondisi vegetasi dan kondisi suhu dalam perhitungan (Adiningsih, 2014).

$$VHI = a*VCI + (1-a)*TCI \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

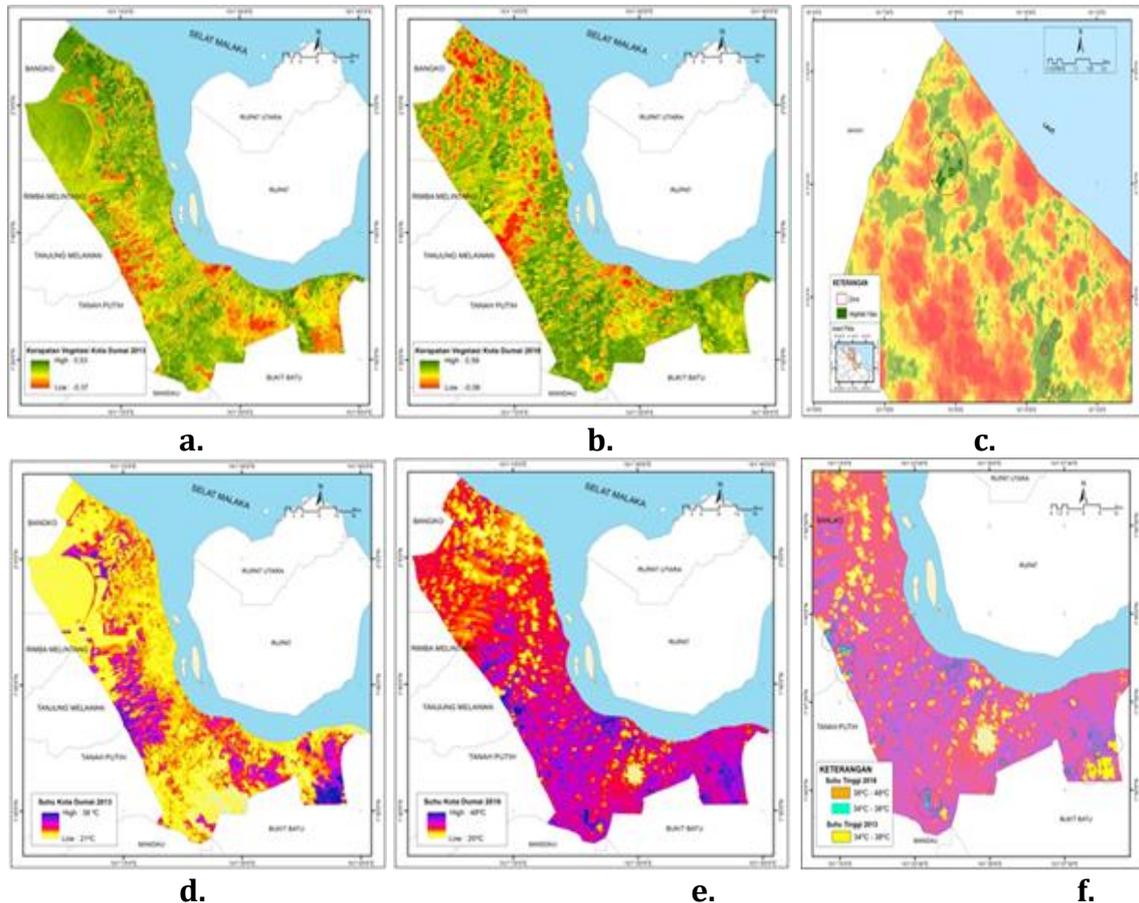
a = 0,5 (konstanta)

VCI = Hasil Transformasi Kondisi Vegetasi

TCI = Hasil Transformasi Kondisi Suhu

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam jangka waktu 5 tahun antara tahun 2013 dan 2018 dihasilkan peta-peta tematik seperti lapisan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) digunakan untuk melihat perbedaan antara kedua tahun tersebut berdasarkan tingkat kerapatan vegetasi, sedangkan *Land Surface Temperatur* (LST) menghasilkan persebaran data suhu tanah dikedua tahun tersebut, lalu *Vegetation Health Index* (VHI) diukur untuk mengevaluasi vegetasi dan kondisi suhu dalam menentukan variasi persebaran kekeringan.



Gambar 2. a. Ndvi tahun 2013 b. Ndvi tahun 2018 c. Zona vegetasi yang selalu hijau / kerapatan tinggi 2013 -2018 d. Lst tahun 2013 e. Lst tahun 2018 f. Zona suhu tinggi 2013 – 2018

Gambar 2. bagian a dan b menunjukkan bahwa nilai NDVI relatif meningkat selama periode pengamatan, nilai indeks NDVI pada tahun 2013 tertinggi berada dinilai 0,53 dengan nilai minimum -0,37 yang terlihat dalam gambar a, artinya kerapatan vegetasi pada tahun tersebut lebih dipenuhi oleh vegetasi kerapatan tinggi hingga tidak bervegetasi. Vegetasi dengan kerapatan tinggi mengalami persebaran yang sedikit yaitu berada di Kecamatan Sungai Sembilan dan Medang Kampai, kemudian kategori tidak bervegetasi hampir menutupi seluruh tutupan lahan yang ada disemua kecamatan mulai dari Sungai Sembilan, Dumai Barat, Dumai Timur, Bukit Kapur, dan Medang Kampai.

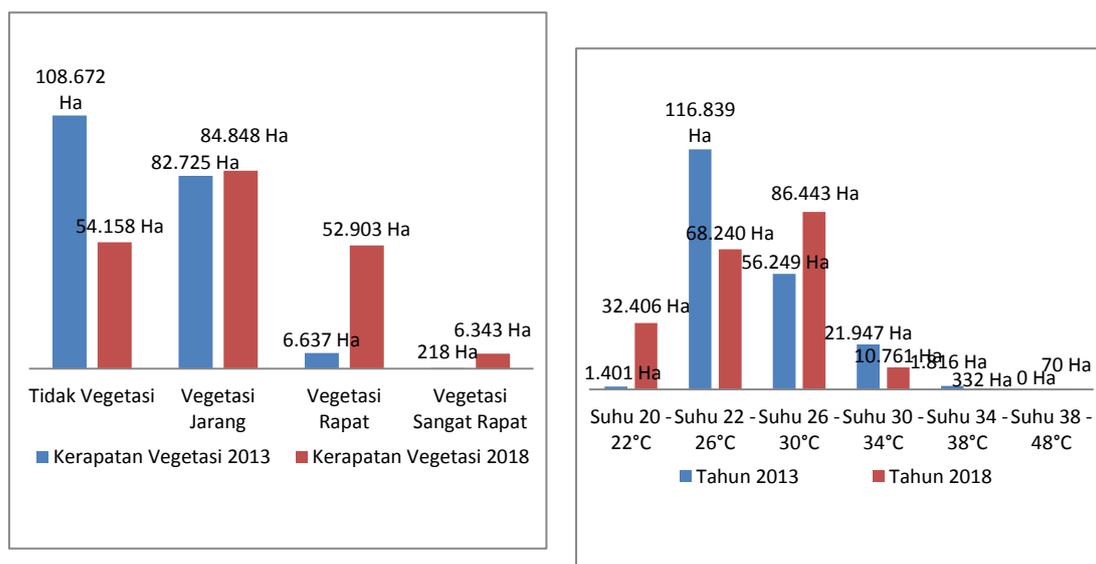
Pada tahun 2018 terjadi kenaikan indeks NDVI dengan nilai 0,59 sampai -0,08, hal ini menjadikan adanya kenaikan perubahan kerapatan vegetasi yang awalnya ditutupi kategori tidak bervegetasi kemudian menjadi vegetasi kerapatan jarang hingga vegetasi kerapatan tinggi, kenampakan vegetasi kerapatan jarang hingga tinggi terletak hampir diseluruh wilayah administrasi Kota Dumai. Kenampakan

tidak vegetasi ini mengalami persebaran yang sedikit, hal ini diikuti juga oleh bayangan awan dengan nilai spektral termasuk dalam kategori tidak vegetasi. Lalu daerah yang tetap termasuk kategori kerapatan tinggi selama tahun 2013 sampai 2018 ditunjukkan pada gambar c yang berada di Kecamatan Sungai Sembilan dengan luas persebaran hanya 7 hektar.

Kemudian Gambar 3 bagian d dan e merupakan kenampakan persebaran suhu permukaan tanah, pengamatan ditahun 2013 diperoleh suhu sekitar 38°C sampai 21°C dengan kondisi tanah berada pada suhu rendah hingga tinggi yang ditandai dengan warna ungu, merah, dan kuning, lalu keberadaan daerah yang mengalami suhu sangat tinggi ditandai dengan warna biru tua memiliki persebaran yang cukup luas kemudian dilihat melalui kenampakan kombinasi band natural teridentifikasi terjadinya kebakaran hutan dan lahan, hal ini menandakan pada saat perekaman daerah Kota Dumai sedang terjadi kebakaran hutan dan lahan.

Dalam pengamatan yang dilakukan tahun 2018 diperoleh suhu sekitar 48°C sampai 20°C, daerah yang berada di suhu sangat tinggi juga teridentifikasi sedang mengalami kebakaran hutan dan lahan dengan luas yang lebih kecil dari tahun 2013, kondisi tanah pada tahun ini mempunyai suhu yang rendah didaerah tutupan awan maupun bayangan awan ditandai warna kuning dan merah, kemudian suhu tinggi hingga sangat tinggi berada ditanah terbuka hal ini menjadikan cahaya matahari langsung mengenai tanah karena tidak adanya vegetasi dipermukaan yang dapat membiaskan cahaya tersebut.

Sedangkan gambar 3 bagian f menunjukkan daerah yang berada disuhu tertinggi tahun 2013 sampai 2018, suhu tertinggi tahun 2013 berada di Kecamatan Medang Kampai dan Sungai Sembilan ditandai dengan warna kuning merupakan daerah yang sedang terjadi kebakaran hutan dan lahan, kemudian suhu tertinggi tahun 2018 berada di Kecamatan Bukit Kapur dan Sungai Sembilan ditandai warna biru muda dan orange yang juga sedang terjadi kebakaran hutan dan lahan, salah satu daerah suhu tinggi 2018 berada disebelah dengan daerah yang mengalami suhu tinggi tahun 2013, hal ini menjelaskan tanah terbuka hasil dari kebakaran hutan dan lahan memberikan dampak bagi vegetasi yang ada disekitar terjadinya kebakaran, kecuali jika area bekas kebakaran ditanami vegetasi kembali akan mengurangi resiko adanya kebakaran disekitar area tersebut.

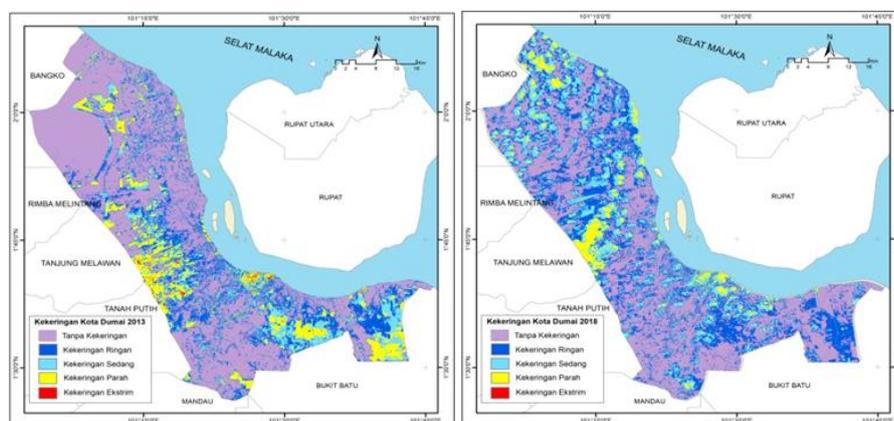


Gambar 3. a. Grafik perubahan kerapatan vegetasi b. Grafik perubahan suhu permukaan

Gambar 3. bagian a dan b memberikan keterangan mengenai perubahan kerapatan vegetasi dan perubahan suhu permukaan tanah, dalam bagian a

menjelaskan bahwa selama periode pengamatan vegetasi yang termasuk dalam kategori tidak bervegetasi, vegetasi jarang, vegetasi rapat mengalami pertumbuhan sehingga yang awalnya berada dalam kategori tidak bervegetasi ditanam pepohonan/ilalang menjadi vegetasi kategori jarang kemudian yang awalnya vegetasi jarang menjadi vegetasi kategori rapat begitu juga yang awal berada dalam kategori vegetasi rapat menjadi vegetasi sangat rapat menjadikan area tersebut mengalami bertambah luas.

Kemudian Gambar 3 bagian b didalam grafik menjelaskan kenaikan dan penurunan suhu permukaan tanah, hal ini dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi yang berada diatas permukaan jika dalam kondisi suhu rendah hingga sedang diasumsikan keberadaan vegetasi diatas nya memiliki kondisi vegetasi yang rapat hingga kerapatan tinggi, sebaliknya dalam kondisi suhu yang tinggi hingga sangat tinggi keberadaan vegetasi dipermukaannya minim atau jarang sampai kondisi yang tidak bervegetasi atau lahan terbangun, kemudian kenampakan pada grafik di suhu 34°C – 48°C sepanjang periode pengamatan merupakan daerah yang sedang mengalami kebakaran hutan dan lahan atau bekas kebakaran ditahun sebelumnya yang kurang melakukan rehabilitas lahan membuat tanah tersebut memiliki kondii suhu yang tinggi.



a. VHI Tahun 2013 **b. VHI Tahun 2018**
Gambar 4. Variasi vegation health index tahun 2013 dan 2018

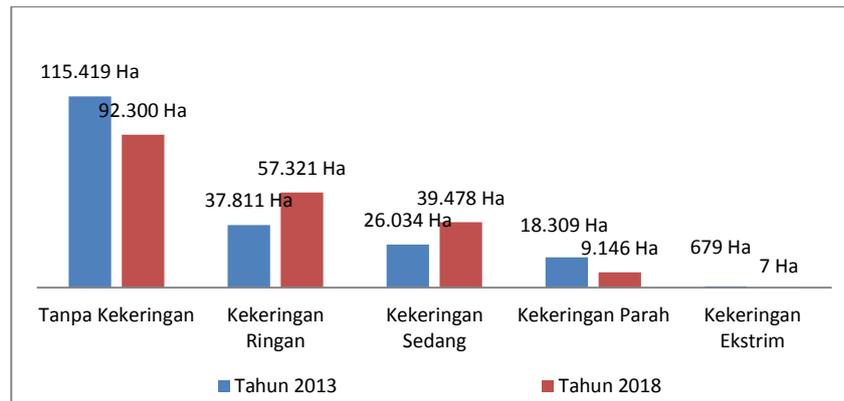
Secara umum kondisi kondisi tanah yang kering memiliki nilai suhu tinggi dan kerapatan rendah, dalam mewakili kondisi terbaik indikator perlu dikombinasikan yang kemudian menghasilkan variasi spasial berdasarkan klasifikasi dikeluarkan oleh Kogan yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada saat kondisi termal yang menguntungkan menyertai kondisi kelembaban yang baik dalam vegetasi menguntungkan membantu vegetasi untuk menjaga kesehatan, dan sebaliknya. Namun, di musim tertentu kelembaban dan kondisi panas yang menguntungkan tidak pergi bersama-sama, karena variasi faktor iklim (Andujar, Krakauer, Yi, & Kogan, 2017). Dalam kasus tersebut, TCI dan VCI melawan satu sama lain, dan resultan dari pengaruh gabungan diwujudkan dalam kesehatan vegetasi. Hal ini menjadikan kondisi kelembaban yang baik menjadikan intensitas dampak kekeringan berkurang.

Tabel 1. Kategori kekeringan

	Thn 2013	Tahun 2018
T. Kekeringan	115.419 Ha	92.300 Ha
K. Ringan	37.811 Ha	57.321 Ha
K. Sedang	26.034 Ha	39.478 Ha

K. Parah	18.309 Ha	39.478 Ha
K. Ekstrim	679 Ha	7 Ha



Gambar 5. Grafik potensi kekeringan tahun 2013 & 2018

Keterangan pada Tabel 1 mengenai luas wilayah yang mengalami kekeringan selama periode pengamatan dikategorikan menjadi 5 kelas dan gambar 5 menjelaskan keterangan dari Gambar 5 dalam grafik batang dengan melihat dinamika yang terjadi pada setiap tingkat kategori kekeringan tersebut.

Dalam Tabel 1 selama waktu pengamatan pada tingkat tanpa kekeringan mengalami penurunan luas sekitar 23.119 hektar lahan, selanjutnya ditingkat kekeringan ringan mengalami peningkatan luas sekitar 19.510 hektar lahan, kemudian tingkat kekeringan sedang juga mengalami peningkatan luas sekitar 13.444 hektar lahan, lalu tingkat kekeringan parah mengalami penurunan luas sekitar 9.163 hektar lahan, dan pada tingkat kekeringan ekstrim juga mengalami penurunan luas sekitar 672 hektar lahan. Hal ini menjelaskan bahwa selama pengamatan terjadi kenaikan pada daerah kekeringan mulai dari 82.733 hektar lahan di tahun 2013 menjadi 106.003 hektar lahan di tahun 2018 dengan selisih 23.119 hektar lahan.

Hasil dari transformasi NDVI yang sensitif terhadap vegetasi digunakan untuk melihat kepadatan dalam vegetasi tersebut sedangkan LST berguna mengetahui kondisi suhu tanah dalam area pengamatan, kedua indeks tersebut dapat digunakan dalam melihat spasial kekeringan dimana area tidak bervegetasi sampai jarang dengan kondisi suhu yang tinggi diasumsikan area tersebut mengalami kekeringan maupun sebaliknya tetapi nilai korelasi dari gabungan kedua indeks tersebut rendah (Agnihotri, 2018).

Jika nilai hasil transformasi NDVI diturunkan menjadi indeks kondisi vegetasi yang dikembangkan oleh Kogan memiliki rentang nilai 0 sampai 100 dapat digunakan langsung melihat area yang mengalami kekeringan hanya melalui parameter VCI tanpa memperhatikan suhu diarea tersebut, dan jika hasil LST diturunkan menjadi TCI yang juga dikembangkan oleh Kogan dengan rentang nilai 0 sampai 100, juga sama keterangannya dalam VCI yang membedakan hanya menggunakan VCI, kemudian apabila kedua indeks tersebut digabungkan menggunakan formula yang dikeluarkan oleh Kogan VHI dengan menjelaskan kondisi yang berdasarkan NDVI atau VCI berbeda dari kondisi yang didasarkan indeks LST atau TCI, dimana VCI yang mendekati 0 (vegetasi stress) ketika nilai NDVI menurun (vegetasi kurang hijau). Namun sebaliknya, VCI yang mendekati 100 (vegetasi menguntungkan) ketika nilai NDVI meningkat (vegetasi lebih hijau). Sebaliknya, TCI menurun mendekati 0 ketika cuaca lebih panas sedangkan jika TCI meningkat mendekati 100 terjadi ketika cuaca menjadi dingin.

Apabila nilai VCI rendah mendekati 0 dan nilai TCI mendekati 0 menandakan didaerah tersebut mengalami kekeringan. Hal tersebut terjadi didasarkan bahwa permukaan tanah yang lebih tinggi suhunya menunjukkan dan terdapat stres dikanopi vegetasi tersebut (F. N. Kogan, 1995).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Pengamatan dilakukan dengan indeks kesehatan vegetasi (VHI), indeks ini disusun untuk menentukan kondisi kelembaban tanah (VCI), stres termal menggunakan (TCI), dan kesehatan vegetasi. Nilai kesehatan vegetasi (VHI) menggabungkan kedua indikator untuk memberikan hasil yang lengkap mengenai kondisi kekeringan, kondisi pertumbuhan vegetasi tergantung pada pasokan air melalui curah hujan dan irigasi, dapat menahan kondisi meteorologi dan hidrologi yang merugikan selama beberapa musim untuk menjaga kesehatan vegetasi yang baik. Dalam efek penurunan kondisi kekeringan sedang keatas, pemulihan vegetasi diatur oleh curah hujan bahwa pasokan uap air ke vegetasi adalah kunci untuk mempertahankan kelembaban dan juga mengurangi stres termal dalam suhu tanah. Hal ini menghasilkan pendekatan terpadu untuk membuat kebijakan informasi sebagai peringatan dini terjadinya kekeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Adenan Yondra Nofrizal, S.Si., Ahkmad Eduardi, S.Si., Muhammad Hanif, S.Si yang telah memberikan ilmu pengetahuan mengenai sistem informasi geografis dan penginderaan jauh serta rekan-rekan dan senior yang tergabung di dalam *Community Of Geospatial Science and Technology* (CGST) yang selalu memberikan support dan masukkan kepada penulis dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adiningsih, S. E. (2014). Tinjauan metode deteksi parameter kekeringan berbasis data penginderaan jauh. *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 210–220.
- Agnihotri, A. K. (2018). Impact of Green Spaces on the Urban Microclimate through Landsat 8 and TIRS Data, in Varanasi, India. *International Journal of Environment and Sustainability*, 7(2). <https://doi.org/10.24102/ijes.v7i2.913>
- Andujar, E., Krakauer, N. Y., Yi, C., & Kogan, F. (2017). Ecosystem Drought Response Timescales from Thermal Emission versus Shortwave Remote Sensing. *Advances in Meteorology*, 2017(Vci). <https://doi.org/10.1155/2017/8434020>
- Bento, V. A., Trigo, I. F., Gouveia, C. M., & DaCamara, C. C. (2018). Contribution of Land Surface Temperature (TCI) to Vegetation Health Index: A comparative study using clear sky and all-weather climate data records. *Remote Sensing*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/rs10091324>
- Bhuiyan, C. (2008). Desert vegetation during droughts: Response and sensitivity. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (8), 907–912.
- Dhawale, R., & Paul, S. K. (2018). A comparative analysis of drought indices on vegetation through remote sensing for Latur region of India. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(5), 403–407. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-403-2018>
- García-león, D., & Contreras, S. (2016). *Measuring drought sensitivity of Spanish crop yields*. (June), 1–11.
- Kogan, F. (2002). World droughts in the new millennium from avhrr-based vegetation health indices. *Eos*, 83(48), 3–7. <https://doi.org/10.1029/2002EO000382>
- Kogan, F., Gitelson, A., Zakarin, E., Spivak, L., & Lebed, L. (2003). AVHRR-based spectral vegetation index for quantitative assessment of vegetation state and productivity:

- Calibration and validation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(8), 899–906. <https://doi.org/10.14358/PERS.69.8.899>
- Kogan, F. N. (1995). Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15(11), 91–100. [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(95\)00079-T](https://doi.org/10.1016/0273-1177(95)00079-T)
- Krzhizhanovskaya, V. V., Groen, D., Bozak, B., & Hoekstra, A. G. (2015). Multiscale Modelling and simulation workshop: 12 years of inspiration. *Procedia Computer Science*, 51(1), 1082–1087. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.268>
- Sholihah, R. I., Trisasongko, B. H., Shiddiq, D., Iman, L. O. S., KUSDARYANTO, S., MANIJO, & PANUJU, D. R. (2016). Identification of Agricultural Drought Extent Based on Vegetation Health Indices of Landsat Data: Case of Subang and Karawang, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.051>
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (2019). Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Planning for Drought: Toward A Reduction of Societal Vulnerability*, 11–27. <https://doi.org/10.4324/9780429301735-2>