

ANALISIS TINGKAT AKURASI TITIK HOTSPOT DARI S-NPP VIIRS DAN TERRA/AQUA MODIS TERHADAP KEJADIAN KEBAKARAN

(ACCURACY LEVEL ANALYSIS OF HOTSPOT FROM S-NPP VIIRS AND TERRA/AQUA MODIS COMPARE TO FIRE EVENT)

Andy Indradjad^{1,a}, Judin Purwanto^{2,b}, Wisnu Sunarmodo^{1,b}

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh - LAPAN

²Kementrian Lingkungan Hidup dan kehutanan

^aKontributor utama, ^bKontributor anggota

e-mail: andy.indradjad@lapan.go.id

Diterima 16 November 2018; Direvisi 26 Desember 2018; Disetujui 14 Mei 2019

ABSTRACT

Accuracy analysis of the forest fire detection by using remote sensing data hotspots from S-NPP and TERRA/AQUA has been carried out. The sensors used were MODIS sensors for TERRA/AQUA satellites and VIIRS sensors for S-NPP satellites. The detection of hotspots from remote sensing satellite data can be used as an early warning of forest fires. Hotspot can be derived from 2 sensors, namely MODIS and VIIRS sensors using algorithms that have been developed by science team from satellite developer. This hotspot information need to be accurately analysis by ground thruth of the fire events. This aims to analyze the accuracy of hotspot information detection for forest fires. By comparing fire event data in 2018 and hotspot information data on hotspot databases owned by LAPAN. The results show that MODIS sensors are 39% and for VIIRS sensors are 20%. That result using 2 km of buffer radius which is the most significant result comparing others. It is clearly indicates that improvements are needed to improve the accuracy of hotspot derived from VIIRS data.

Keywords: *hotspot, remote sensing data, MODIS, VIIRS*

ABSTRAK

Telah dilakukan sebuah analisis akurasi deteksi kebakaran hutan dengan data hotspot dari satelit penginderaan jauh S-NPP dan TERRA/AQUA. Sensor yang digunakan yaitu Sensor MODIS untuk satelit TERRA/AQUA dan sensor VIIRS untuk satelit S-NPP. Pendeteksian kebakaran hutan dengan titik panas dari data satelit penginderaan jauh dapat digunakan sebagai peringatan dini kebakaran hutan. Titik panas dapat diturunkan dari 2 sensor yang ada disatelit yaitu sensor MODIS dan VIIRS dengan menggunakan algoritma yang telah dikembangkan. Nilai hotspot ini perlu dilakukan analisis akurasi dengan membandingkan dengan data lapangan mengenai kejadian kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis tingkat akurasi hotspot dalam mendeteksi kebakaran hutan. Dengan membandingkan data kejadian kebakaran pada tahun 2017 dan 2018 dan data informasi titik panas pada database titik panas yang dimiliki LAPAN. Hasil akurasi menunjukkan untuk sensor MODIS sebesar 45% dan untuk sensor VIIRS sebesar 23%, dengan hasil ini jelas menunjukkan bahwa perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan akurasi pada informasi titik panas terutama yang diturunkan dari data VIIRS.

Kata kunci: titik panas, data satelit penginderaan jauh, MODIS, VIIRS

1 PENDAHULUAN

Kebakaran hutan/lahan adalah bencana yang terjadi setiap tahun di Indonesia. Kejadian kebakaran hutan memiliki dampak yang besar dari berbagai aspek bahkan di tahun 2015 kerugian diperkirakan sampai 16 Milyar USD yang merupakan dua kali lipat kerugian akibat tsunami Aceh. (Septianingrum, 2018). Disamping karena pembakaran untuk pembersihan lahan (*land clearing*), kejadian kebakaran hutan/lahan juga sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim. Kejadian El Nino/Southern Oscillation (ENSO) yang mempengaruhi Indonesia dengan iklim yang kering dan panas, akan memperparah intensitas kebakaran serta sebaran kabut asapnya.

Meskipun kebakaran hutan efeknya sangat terasa, namun untuk mendeteksi sumber atau wilayah hutan yang terbakar tidaklah mudah. Luasnya hutan di Indonesia menjadi salah satu kendala. Salah satu metode yang telah lama digunakan untuk mendeteksi sumber kebakaran hutan adalah dengan memanfaatkan data citra satelit. Data tersebut dapat berupa titik panas maupun titik sumber asap. Dengan memanfaatkan data satelit, dapat diketahui secara dini adanya potensi kebakaran hutan pada suatu wilayah, sehingga pemantauan menjadi lebih efisien. Keuntungan lainnya adalah pemantauan yang lebih sering. Hal ini dikarenakan adanya beberapa data satelit yang digunakan, untuk suatu wilayah di Indonesia paling sedikit 2 kali dalam satu hari akan terpantau dari

satelit. Data satelit yang biasa digunakan untuk mendeteksi hotspot dan juga telah diakuisisi oleh stasiun bumi milik LAPAN adalah TERRA, AQUA dengan sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) (Giglio, Descloitres, Justice, & Kaufman, 2003); (Giglio, Schroeder, & Justice, 2016) dan S-NPP dengan sensor VIIRS (*Visible Infrared Imager Radiometer Suite*) (Schroeder, Oliva, Giglio, & Csiszar, 2014); (Csiszar *et al.*, 2013).

Koordinat hotspot diturunkan dari data MODIS menggunakan algoritma global yang dikembangkan NASA dan implementasi softwaranya menggunakan software yang dikembangkan oleh wisconsin university (Huang *et al.*, 2016). Data MODIS ini dalam satu hari dapat diperoleh dari 2 satelit yaitu AQUA dan TERRA sehingga kita dapat memperoleh sekitar 4 data hotspot dari MODIS. Algoritma untuk deteksi api awalnya menggunakan algoritma titik panas dari MODIS (Giglio *et al.*, 2003) dan dilakukan perbaikan dalam collection 6 (Giglio *et al.*, 2016). Metode deteksi titik api dari data MODIS baik TERRA maupun AQUA menghasilkan nilai yang lebih banyak dari data yang diturunkan dari satelit NOAA (Syaufina, Siwi, & Nurhayati, 2014). Perbaikan untuk deteksi hotspot juga dapat dilakukan dengan *small Satellite* seperti HJ yang dapat digunakan untuk memperbaiki hasil dari MODIS ataupun dengan NOAA (Wang, Miao, & Peng, 2012). Sedangkan sebagai validasi untuk data resolusi rendah dapat juga dengan

menggunakan data Landsat 8 dengan OLI data (Schroeder *et al.*, 2016).

Data VIIRS (*Visible Infrared Imager Radiometer Suite*) merupakan sensor yang ada pada satelit S-NPP yang telah mampu diakuisisi stasiun bumi LAPAN sejak 2012 dan datanya telah dapat diolah untuk menghasilkan informasi Hotspot sejak 2013 (Gustiandi & Indradjad, 2013). Data VIIRS juga dapat digunakan untuk memetakan daerah terdampak dengan menggunakan resolusi yang 375m (Oliva & Schroeder, 2015). Selain itu data VIIRS direncanakan untuk operasional ke depan dengan menggunakan beberapa satelit JPSS (*Joint Polar Satellite System*) dengan adanya konstelasi ini diharapkan mampu menambah data yang tersedia untuk pemantauan bumi khususnya informasi Hotspot. Data VIIRS yang terdapat pada satelit S-NPP dan JPSS memiliki kesamaan walaupun karakter radiometriknya bisa saja sedikit berbeda (Oudrari *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis tingkat akurasi titik

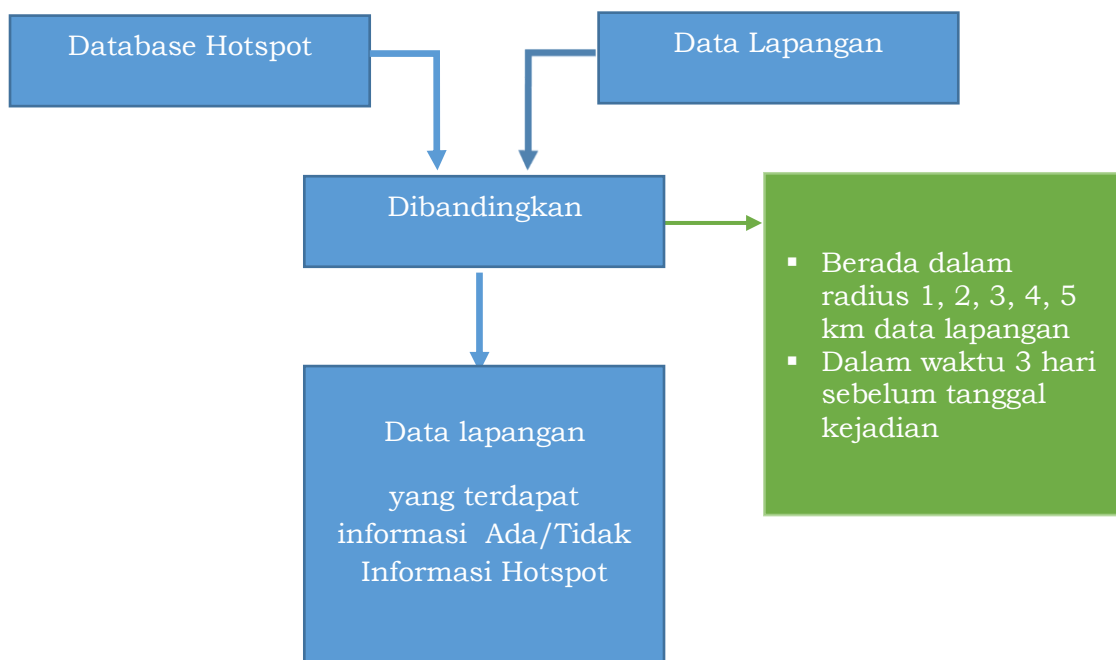
hotspot dalam mendeteksi kejadian kebakaran hutan.

2 METODOLOGI

Data satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hotspot yang diperoleh dari sensor MODIS (TERRA dan AQUA) tahun 2018. Data tersebut telah diolah menjadi informasi hotspot berdasarkan algoritma global. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software open source. Data diperoleh dari stasiun bumi di Rumpin Bogor dan Pare-pare. Data lain yang digunakan adalah data sensor VIIRS dari stasiun bumi di Parepare.

Data pendukung untuk menguji akurasi dan validasi yang digunakan adalah data kejadian kebakaran hutan bulan Januari dan April 2018 dari Kementerian Lingkungan hidup dan Kehutanan.

Penelitian ini akan membandingkan informasi hotspot yang ada pada Database Hotspot LAPAN berdasarkan sensor dengan kejadian kebakaran yang terjadi pada Januari sampai dengan April 2018.



Gambar 2-1: Metode untuk cek titik kejadian kebakaran

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- Pada setiap titik kebakaran dibuat *buffer* sebesar 1 km, 2 km, 3 km, 4 km dan 5 km. Menurut penelitian sebelumnya metode *buffering* sebaiknya 2 km (Vetrita, & Haryani, 2012), tetapi belum ada data yang mendukung untuk pengambilan *buffer* sebesar itu.
- Titik - titik ini ditumpang susun dengan database koordinat hotspot yang ada dalam database LAPAN.
- Jika dalam *buffer* tersebut dengan titik pusat lokasi kejadian kebakaran terdapat hotspot maka dikelompokan dalam kategori ada, sebaliknya jika tidak ada hotspot dalam *buffer* maka dikategorikan tidak ada. (Seperti pada Tabel 3-1).

Metode ini digambarkan seperti pada Gambar 2-1. Sedangkan untuk menghitung berapa persen kategori ada dibandingkan dengan seluruh data menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum A}{\sum N} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

P = Persentasi kategori ada

A = total data kategori ada

N = total seluruh sampel

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh hasil yang didapatkan dari hasil perbandingan data lapangan kejadian kebakaran hutan dengan database hotspot LAPAN dapat dilihat pada Tabel 3-1. Pada data yang ditampilkan hanya lima data yang pertama dan lima data yang terakhir karena hanya untuk memberikan gambaran analisa data yang dihasilkan. T K merupakan tingkat kepercayaan.

Dari hasil perhitungan data lapangan kejadian kebakaran dengan database hotspot MODIS yang dimiliki LAPAN didapatkan hasil seperti pada Tabel 3-2.

Hasil ini jika dihitung selisih jumlah hotspot yang terdeteksi pada masing-masing *buffer* untuk data MODIS menunjukkan hasil seperti pada Tabel 3-3.

Tabel 3-1: CONTOH HASIL REKAP DATA PERBANDINGAN

No.	Tanggal	Latitude	Longitude	T K	Hasil
1	1/26/2018	99.23708	1.49286	53	tidak ada
2	1/16/2018	99.14117	1.30293	48	tidak ada
3	1/27/2018	109.3128	-0.10681	88	ada
4	1/30/2018	109.3811	-0.15278	71	tidak ada
5	1/31/2018	110.1416	-1.95628	71	tidak ada
...
278	3/10/2018	121.0979	-2.6193	54	tidak ada
279	3/14/2018	122.0279	-4.56204	44	tidak ada
280	3/26/2018	122.0278	-4.56168	97	tidak ada
281	4/1/2018	109.11	1.5	81	ada
282	4/1/2018	109.11	1.5	81	ada

Tabel 3-2: HASIL MODIS

No.	Buffer	Terdeteksi	Persentasi
1	1 km	89	31,5 %
2	2 km	111	39,3 %
3	3 km	115	40,7 %
4	4 km	128	45,4 %
5	5 km	132	46,8 %

Tabel 3-3: SELISIH ANTAR BUFFER MODIS

No.	Buffer	Terdeteksi	Selisih
1	1 km	89	-
2	2 km	111	22
3	3 km	115	4
4	4 km	128	13
5	5 km	132	4

Dari Tabel 3-2 dapat disimpulkan bahwa dengan buffer 2 km merupakan pilihan buffer yang paling signifikan perbedaannya, yang kedua yaitu buffer 4 km. Hasil ini juga menunjukkan bahwa resolusi untuk data hotspot sekitar radius 2 km, dan juga sesuai dengan penelitian sebelumnya (Vetrita & Haryani, 2012).

Jika hasil tersebut dilihat persentasinya berdasarkan tingkat kepercayaan antara data yang ada di data lapangan dengan database MODIS yang ada di LAPAN ditunjukkan pada Tabel 3-4.

Tabel 3-4: HASIL BERDASARKAN TINGKAT KEPERCAYAAN BUFFER 2 KM

No.	T K	Deteksi	Persen
1	≥ 80 %	36	32 %
2	30 % – 80 %	69	62 %
3	< 30 %	6	6 %

Berdasarkan tingkat kepercayaan hasil deteksi yang terbaik ada pada rentang 30 - 80 %, bukan pada nilai lebih dari 80 %, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan pada rentang ini juga harus diperhatikan dalam menentukan kejadian kebakaran hutan.

Data lapangan kejadian kebakaran ini juga dibandingkan dengan database hotspot VIIRS yang berasal dari data S-NPP. Hasil untuk setiap buffer data S-NPP ditunjukkan oleh Tabel 3-5.

Tabel 3-5: HASIL VIIRS

No.	Buffer	Terdeteksi	Persentasi
1	1 km	46	16,4 %
2	2 km	57	20,3 %
3	3 km	61	21,7 %
4	4 km	65	23,1 %
5	5 km	66	23,5 %

Hasil diatas jika dihitung selisih antara perbedaan buffer didapatkan bahwa yang terbaik ada di buffer 2 km hal ini menunjukkan seperti buffer yang digunakan pada MODIS. Hasil ini dapat dilihat pada tabel 3-6.

Jika dilihat dari tingkat kepercayaan yang ada dengan kesesuaian kejadian kebakaran dapat dilihat pada tabel 3-7. Hasil ini menunjukkan bahwa hal yang

sama pada MODIS persentase kejadian pada tingkat 30 – 80 % masih tinggi.

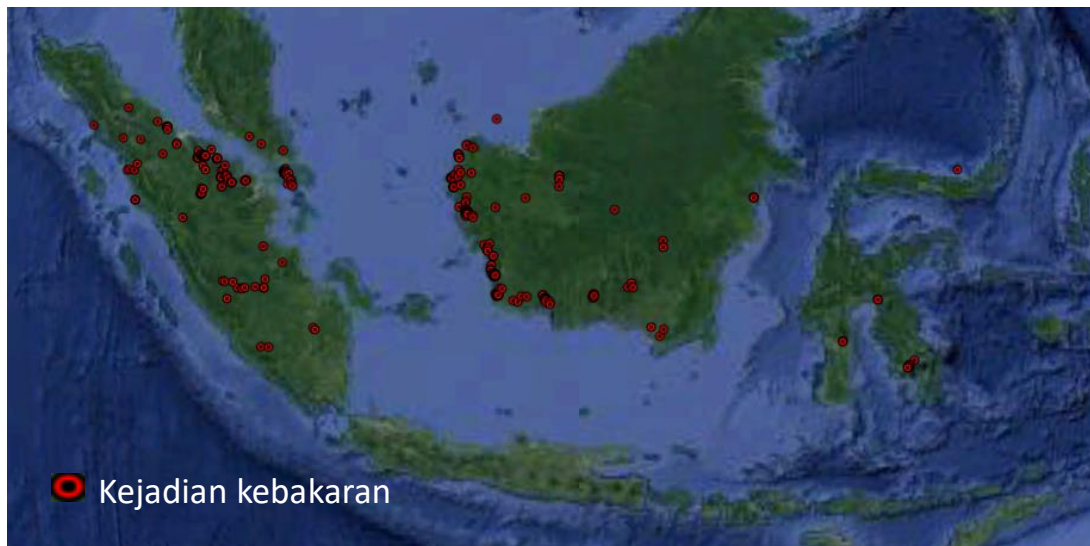
Tabel 3-6: SELISIH ANTAR BUFFER VIIRS

No.	Buffer	Terdeteksi	Selisih
1	1 km	46	-
2	2 km	57	11
3	3 km	61	4
4	4 km	65	4
5	5 km	66	1

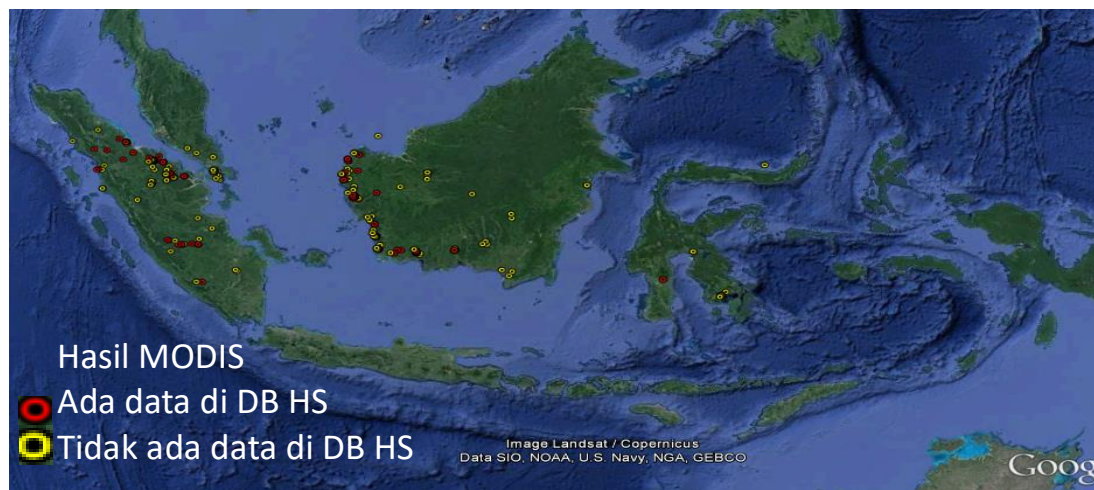
Tabel 3-7. HASIL BERDASARKAN TINGKAT KEPERCAYAAN BUFFER 2 KM

No.	T K	Deteksi	Persen
1	≥ 80 %	16	28 %
2	30 % – 80 %	38	67 %
3	< 30 %	3	5 %

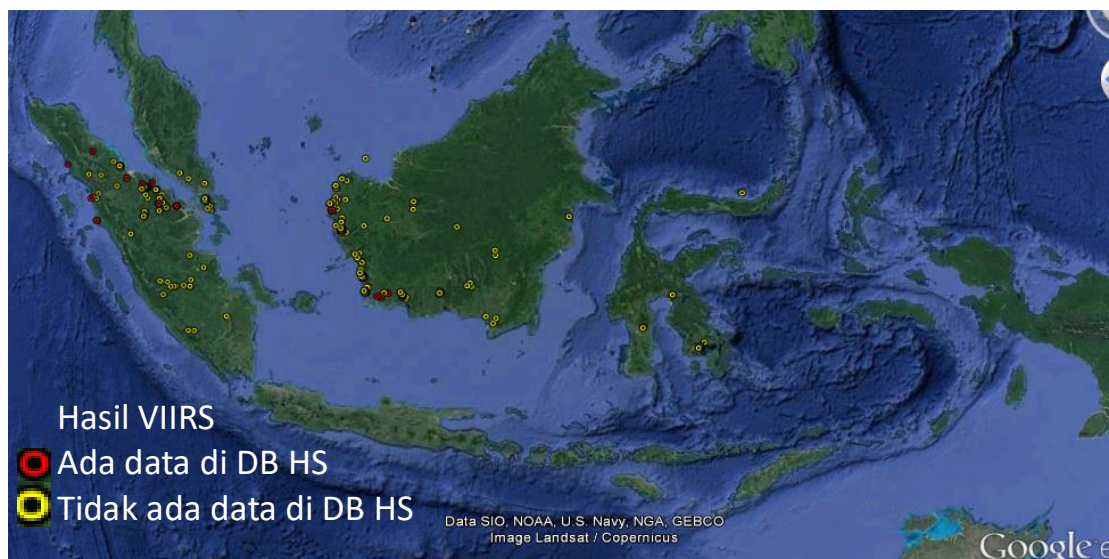
Hasil titik kejadian kebakaran antara Januari sampai April 2018 memiliki sebaran yang tidak merata seluruh Indonesia. Sebaran data lapangan tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3-1. Secara keseluruhan jumlah kejadian kebakaran yang tercatat yaitu sebanyak 282 titik kejadian selama bulan Januari sampai April 2018. Dari total data tersebut terdapat 128 titik yang dapat dideteksi dengan sensor MODIS dari satelit TERRA dan AQUA atau sekitar 45% sebaran data ini dengan data lapangan digambarkan pada Gambar 3-2, dengan titik berwarna merah merupakan data kejadian kebakaran yang dapat dideteksi oleh data hotspot sedangkan titik berwarna kuning merupakan data kejadian kebakaran yang tidak dapat dideteksi oleh data hotspot MODIS. Jumlah kejadian kebakaran yang dapat dideteksi oleh data hotspot dari sensor VIIRS dari satelit S-NPP yaitu berjumlah 65 titik atau sekitar 23% dengan sebaran seperti Gambar 3-3, dengan penjelasan yang sama. Sedangkan jika data hotspot digabungkan seluruhnya maka didapat 165 titik yang dapat dideteksi, atau sekitar 49 %. Hal ini berarti ada total 51 % titik kejadian kebakaran yang tidak dapat dideteksi dengan keseluruhan data titik kejadian hotspot dari bulan Januari sampai dengan April 2018.



Gambar 3-1: Sebaran data kejadian kebakaran Januari – April 2018



Gambar 3-2: Sebaran data kejadian kebakaran Januari – April 2018 dan database hotspot MODIS



Gambar 3-3: Sebaran data kejadian kebakaran Januari – April 2018 dan database hotspot VIIRS

Hasil di atas menunjukkan kemampuan deteksi hotspot dari data satelit masih memiliki kelemahan dalam mendeteksi kejadian kebakaran maupun dalam hal mendeteksi area kebakaran. Dengan kemampuan seperti ini membutuhkan perbaikan dalam hal algoritma penentuan informasi hotspot baik untuk data sensor MODIS terlebih lagi untuk sensor VIIRS.

Pada data MODIS yang mendapatkan hasil akurasi sekitar 45%, bila dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian tahun 2012 didapatkan akurasi data MODIS untuk di provinsi Riau sebesar 43% (Vetrita & Haryani, 2012). Penelitian yang lain yang membandingkan dengan data SPOT didapatkan akurasi sekitar 34 – 36% (Zubaidah, Vetrita, & Khomarudin, 2014). Sedangkan untuk data VIIRS penelitian sebelumnya menggunakan algoritma yang berbeda yaitu algoritma VIIRS *Night Fire* dengan algoritma ini menghasilkan akurasi yang baik sebesar 65 – 84% bergantung pada versi algoritmanya (Zubaidah, Vetrita, Priyatna, & D, Kusumaning Ayu, 2015). Hal ini tentu sangat berbeda dengan hasil yang didapat pada penelitian ini yang sekitar 23%. Tentu saja hal ini perlu menjadi kajian lebih mendalam karena sensor satelit ini merupakan sensor yang baru sehingga perlu pengembangan baik dari sisi algoritma yang digunakan maupun implementasinya.

4 KESIMPULAN

Informasi hotspot dari data satelit penginderaan jauh memiliki akurasi yang cukup baik untuk mendeteksi kejadian kebakaran hutan. Dari keseluruhan data kejadian kebakaran hanya dapat mendeteksi sekitar 49 % kejadian kebakaran.

Buffer lokasi data kejadian dan hotspot yang terbaik penggunaannya adalah 2 km baik untuk MODIS maupun VIIRS.

Pada tingkat kepercayaan 30 – 80 %, memiliki frekuensi kejadian yang cukup banyak baik untuk MODIS maupun VIIRS.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional Gelombang 1 Tahun Anggaran 2018 Nomor 11/INS-1/PPK/E4/2018 dan Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN. Dr. Ir. Indah Prasasti, M.Si atas saran dan masukannya pada penulisan ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Csiszar, I., Schroeder, W., Giglio, L., Ellicott, E., Vadrevu, K. P., Justice, C. O., & Wind, B. (2013). Active fires from the Suomi NPP Visible Infrared Imaging Radiometer Suite: Product status and first evaluation results. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres RESEARCH*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/2013JD020453>. Received
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C. O., & Kaufman, Y. J. (2003). An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87, 273–282. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00184-6)
- Giglio, L., Schroeder, W., & Justice, C. O. (2016). The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. *Remote Sensing of Environment*, 178, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054>
- Gustiandi, B., & Indradjad, A. (2013). Visible Infrared Imager Radiometer Suite (VIIRS) Active Fires Application Related Products (AFARP) Generation Using Community Satellite Processing Package (CSPP) Software. *In Proceeding of ACRS* (p. SC02 893–898).
- Huang, A., Gumley, L., Strabala, K., Mindock, S., Garcia, R., Martin, G., ... Goldberg, M. (2016). Community Satellite Processing Package from Direct Broadcast: Providing real-time Satellite Data to every corner of the world. *In 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)* (pp. 5532–5535). <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2016.7730443>
- Oliva, P., & Schroeder, W. (2015). Assessment of VIIRS 375 m active fire detection product for direct burned

- area mapping. *Remote Sensing of Environment* (Vol. 160). <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.01.010>
- Oudrari, H., Mcintire, J., Xiong, X., Butler, J., Ji, Q., Schwarting, T., Efremova, B. (2016). JPSS-1 VIIRS Radiometric Characterization and Calibration Based on Pre-Launch Testing, (December), 1–20. <https://doi.org/10.3390/rs8010041>
- Schroeder, W., Oliva, P., Giglio, L., & Csiszar, I. A. (2014). The New VIIRS 375 m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment. *Remote Sensing of Environment*, 143, 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.12.008>
- Schroeder, W., Oliva, P., Giglio, L., Quayle, B., Lorenz, E., & Morelli, F. (2016). Active fire detection using Landsat-8 / OLI data. *Remote Sensing of Environment*, 185, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.032>
- Syaufina, L., Siwi, R., & Nurhayati, A. D. (2014). Perbandingan Sumber Hotspot sebagai Indikator Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut dan Korelasinya dengan Curah Hujan di Desa Sepahat, Kabupaten Bengkalis, Riau. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(2 Agustus 2014), 113–118.
- Vetrita, Y., & Haryani, N. S. (2012). VALIDASI H O T S P O T MODIS INDOFIRE DI PROVINSI RIAU. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 18(No. 1, Agustus 2012), 17–28.
- Wang, S. D., Miao, L. L., & Peng, G. X. (2012). Procedia Environmental An Improved Algorithm for Forest Fire Detection Using HJ Data. *In The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modelling* (Vol. 13, pp. 140–150). <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.014>
- Zubaidah, A., Vetrita, Y., & Khomarudin, M. R. (2014). KALIMANTAN BERDASARKAN DATA PENGINDERAAN JAUH SPOT-4 TAHUN 2012 (MODIS HOTSPOT VALIDATION OVER SUMATERA AND KALIMANTAN BASED ON REMOTE SENSING DATA. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 11(No. 1 Juni 2014), 1–15.
- Zubaidah, A., Vetrita, Y., Priyatna, M., & D, Kusumaning Ayu (2015). DAN LAHAN DI INDONESIA (ANALYSIS OF USE AND VALIDATION VIIRS NIGHTFIRE HOTSPOT FOR IDENTIFICATION OF FOREST AND LAND FIRE IN INDONESIA). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 12(N0.1, Juni 2015), 59–76.