

Pola Distribusi Spasial-Temporal *Hotspot* dan Variasi *Standardized Precipitation Index* pada Lahan Gambut Tropis di Kepulauan Meranti, Riau

Maulana Dwi Putra Riyadi^{1*}, Yudi Setiawan^{2,3}, dan Muh Taufik⁴

¹Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor 16144, Indonesia;

²Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), IPB University, Bogor 16680, Indonesia

³Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Bogor 16680, Indonesia

⁴Departemen Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Bogor 16680, Indonesia

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi setiap tahun di Indonesia sebagian besar berlokasi di lahan gambut. Bencana tersebut berdampak besar terhadap berbagai aspek kehidupan, salah satunya adalah terdegradasinya lahan gambut tropis. Pada tahun 2014, kebakaran hutan dan lahan di Kepulauan Meranti turut berkontribusi terhadap bencana kabut asap yang dirasakan hingga ke Singapura dan Malaysia. Pemerintah Indonesia melalui Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM) telah berupaya melakukan restorasi ekosistem gambut. Pemantauan data *hotspot* dan curah hujan secara rutin dilakukan sebagai salah satu upaya mitigasi bencana kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi *hotspot* dan variasi *Standardized Precipitation Index* (SPI) serta mengetahui korelasinya terhadap kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini menggunakan data *hotspot* dari *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) dan curah hujan dari *Climate Vulnerabilities Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS) selama 21 tahun yang dianalisis secara spasial-temporal dan koefisien korelasi Pearson. Sekitar 97.2% atau 7403 *hotspot* berada pada lahan gambut. Frekuensi *hotspot* tertinggi terjadi pada 2014, 2005, dan 2019. Distribusi *hotspot* bulanan mengikuti fluktuasi curah hujan dengan jumlah kejadian tertinggi terjadi pada Februari-Maret. Nilai SPI-1, SPI-3, SPI-4, SPI-6, SPI-12 tahun 2001-2021 bervariasi dari -3.5 hingga 3.0. Selama 21 tahun, Kepulauan Meranti telah mengalami musim basah dan kering yang ekstrem. Nilai SPI dan *hotspot* bervariasi mengikuti fenomena El Nino dan La Nina. Nilai SPI-1, SPI-3, SPI-4, SPI-6 berkorelasi kuat dengan data *hotspot* 2001-2021 dengan nilai r lebih dari 60%. Korelasi antara SPI dengan curah hujan mampu memprediksi puncak periode basah dan kering. Variabel *hotspot* dan SPI tidak dapat dipisahkan karena bisa menjadi salah satu faktor penting yang membantu proses perumusan arahan mitigasi dan adaptasi bencana kebakaran hutan dan lahan.

Kata kunci: Hotspot, SPI, Curah hujan, Kebakaran hutan dan lahan, Gambut tropis, MODIS, CHIRPS

ABSTRACT

Forest and land fires in Indonesia every year are mainly located on peatlands. The disaster had a significant impact on various aspects of life, one of which was the degradation of tropical peatlands. In 2014, forest and land fires in the Kepulauan Meranti contributed to the haze disaster that was felt as far as Singapore and Malaysia. Through the Peat and Mangrove Restoration Agency (BRGM), the Government of Indonesia has tried to restore the peat ecosystem. Monitoring of hotspot and rainfall data is routinely carried out as one of the efforts to mitigate forest and land fire disasters. This study aims to identify the distribution pattern of hotspots and Standardized Precipitation Index (SPI) variations and determine their correlation to forest and land fires. This study uses hotspot data from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and rainfall from Climate Vulnerabilities Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) for 21 years which were analyzed spatially-temporal and Pearson correlation coefficient. Around 97.2% or 7403 hotspots are on peatlands. The highest frequency of hotspots occurred in 2014, 2005, and 2019. The monthly distribution of hotspots follows fluctuations in rainfall, with the highest number of occurrences occurring from February to March. The values of SPI-1, SPI-3, SPI-4, SPI-6, SPI-12 in 2001-2021 varied from -3.5 to 3.0. For 21 years, the Meranti Islands have experienced extreme wet and dry seasons. The value of SPI and hotspot varies according to El Nino and La Nina phenomena. The values of SPI-1, SPI-3, SPI-4, SPI-6 are strongly correlated with the 2001-2021 hotspot data with an r -value of more than 60%. The correlation between SPI and rainfall can predict the peak of the wet and dry periods. Hotspot and SPI variables cannot be separated because they can be important factors that help formulate directives for mitigation and adaptation to forest and land fire disasters.

Keywords: Hotspot, SPI, Rainfall, Forest and land fires, Tropical peatland, MODIS, CHIRPS

Citation: Riyadi, M.D.P., Setiawan, Y., dan Taufik, M. (2022). Pola Distribusi Spasial-Temporal Hotspot dan Variasi Standardized Precipitation Index pada Lahan Gambut Tropis di Kepulauan Meranti, Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 457-464x, doi:10.14710/jil.20.3.457-464

* Penulis korespondensi: maulanadwiryadi@apps.ipb.ac.id

1. Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan selalu menjadi permasalahan penting setiap tahunnya baik secara nasional maupun global. Menurunnya kualitas udara, rendahnya jarak pandang akibat kabut asap, perubahan fisika, kimia, biologi terhadap air dan tanah yang mengganggu iklim mikro, serta menurunnya keanekaragaman hayati adalah Sebagian dampak negatif yang dihasilkan oleh bencana kebakaran hutan dan lahan (Rasyid, 2014). Selain itu, Dampak besar yang dihasilkan juga mampu mengganggu beragam aspek kehidupan baik dari segi ekologi, ekonomi, maupun sosial dan budaya.

Kebakaran yang terjadi di Indonesia sebagian besar berlokasi di lahan gambut (Putra et al., 2019). Hal ini menjadi penting karena Indonesia sebagai empat besar negara dengan lahan gambut terluas di dunia yaitu sekitar 24,1 juta hektar yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Sugiyanto, 2019). Rusaknya ekosistem gambut akibat kebakaran hutan dan lahan mendesak Pemerintah Indonesia pada tahun 2016 mendirikan Badan Restorasi Gambut (BRG) dan pada 2021 diubah menjadi Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM) untuk melakukan upaya restorasi ekosistem gambut.

Sebagai kabupaten dengan lahan gambut terluas dan terdalam kelima di Provinsi Riau, Kepulauan Meranti menjadi salah satu lokasi yang menjadi target restorasi ekosistem gambut oleh BRGM. Seluas 680,414 hektar, lahan gambut Kepulauan Meranti tersebar di 3 pulau besar yaitu Tebing Tinggi, Rangsang, dan Merbau rawan terdegradasi akibat bencana kebakaran hutan dan. Pada tahun 2014, kebakaran hutan dan lahan di Kepulauan Meranti turut berkontribusi pada bencana kabut asap yang dirasakan hingga ke Singapura dan Malaysia.

Pemantauan titik panas (*hotspot*) secara rutin menjadi salah satu bentuk upaya mitigasi bencana kebakaran hutan dan lahan karena mampu menggambarkan lokasi dengan perbedaan suhu yang ekstrem dari wilayah di sekitarnya. Berbagai negara telah mengimplementasikannya karena cukup efektif dan efisien. Salah satu sensor yang mampu menghasilkan dan menyediakan data *hotspot* adalah *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) pada satelit Terra dan Aqua. Dengan nilai *confidence level* yang tinggi, data MODIS dapat digunakan untuk identifikasi lokasi (Giglio et al., 2006).

Bencana kebakaran hutan dan lahan selain disebabkan oleh aktifitas manusia juga didukung oleh kondisi iklim yang ekstrim. Salah satu parameter yang dapat menggambarkan kondisi iklim adalah *Standardized Precipitation Index* (SPI). SPI dikembangkan untuk mengidentifikasi dan memantau kekeringan berdasarkan data curah hujan bulanan secara historis (McKee et al., 1993). Bencana Kekeringan bisa menjadi awal terjadi kebakaran pada lahan gambut tropis karena ketersediaan air merupakan faktor utama. Lahan gambut tersusun atas

karbon dan air, sehingga penting untuk menjaga kondisi gambut harus agar tetap lembab.

Bencana kebakaran hutan dan lahan yang terjadi setiap tahun terutama di Kepulauan Meranti menjadi permasalahan penting untuk diselesaikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi *hotspot* dan variasi SPI serta mengetahui korelasinya terhadap kebakaran hutan dan lahan di Kepulauan Meranti, Riau. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam penyusunan arahan mitigasi dan adaptasi bencana kebakaran hutan dan lahan.

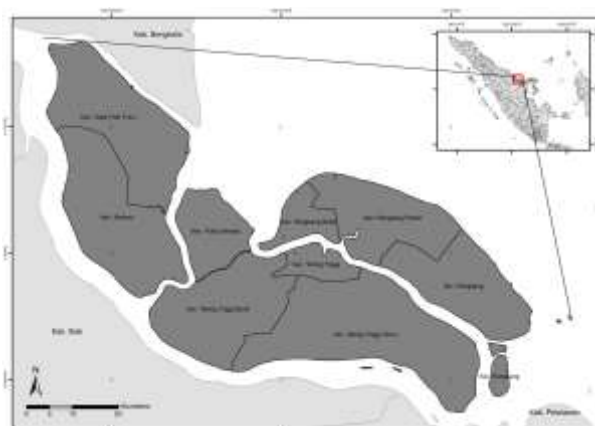
2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada di lahan gambut tropis yang berlokasi di Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau (Gambar 1) yang secara geografis terletak pada 0°42'30"-1°28'0" LU dan 102°12'0"-103°10'0" BT. Pada sisi Utara, Kepulauan Meranti berbatasan langsung dengan Selat Malaka dan Kabupatæn Bengkalis, sisi Selatan dengan Kabupaten Siak dan Pelalawan, sisi Barat dengan Kabupaten Bengkali, dan sisi timur dengan Kepulauan Riau.

2.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data *hotspot* dan curah hujan dari tahun 2001 hingga 2021. Data *hotspot* diperoleh dari sensor MODIS yang terdapat pada satelit Terra dan Aqua. MODIS merupakan citra yang paling sesuai dalam mengidentifikasi kebakaran hutan dan lahan dengan resolusi harian (Davies et al., 2019). Data yang dihasilkan dibagi menjadi tiga kelas *confidence level* yaitu rendah (0-30%), sedang (<30-<80%), dan tinggi (>80-100%) (Giglio et al., 2006) yang dapat dengan mudah diunduh melalui <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>. Data curah hujan diperoleh dari *Climate Vulnerabilities Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS) dengan resolusi spasial sebesar 5 km.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Dibandingkan dengan data curah hujan dari satelit lain (GSMaP dan IMERG), CHIRPS memiliki korelasi yang lebih baik terhadap data observasi langsung di Indonesia (Liu et al., 2020). Ekstraksi data curah hujan dari CHIRPS selama 21 tahun dilakukan menggunakan *Google Earth Engine* (GEE).

2.3 Analisis Data

Data *hotspot* yang telah dikumpulkan berisi beberapa parameter seperti titik koordinat, waktu, suhu (K), dan nilai selang kepercayaan (*confidence levels*). Hanya data *hotspot* dengan nilai *confidence levels* tinggi (>80%) yang digunakan pada penelitian ini (Zubaidah et al., 2014). Secara temporal, data *hotspot* dianalisis dengan menghitung frekuensi kejadian setiap bulan menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan dinamika *hotspot* dari tahun 2001-2021. Distribusi *hotspot* diketahui dengan memplotkan data dalam bentuk spasial menggunakan ArcGIS 10.8 pada wilayah kajian.

Data curah hujan digunakan untuk memperoleh nilai SPI yang dihitung menggunakan RStudio. Berbagai skala waktu dapat digunakan untuk analisis SPI karena perubahan curah hujan berpengaruh terhadap berbagai aspek siklus hidrologi. Hal tersebut bergantung terhadap minat dari penelitian (Koudahe et al., 2017). Pada penelitian ini, SPI dihitung secara *time series* dengan skala waktu 1, 3, 4 (jangka pendek), 6 (jangka menengah), dan 12 bulan (jangka panjang). SPI bernilai negatif menggambarkan terjadinya kekeringan sedangkan jika bernilai positif berarti berada pada periode basah atau hujan (Tabel 1).

Dari hasil analisis *hotspot* dan SPI, baik secara spasial maupun temporal akan dilihat hubungan antar keduanya berdasarkan nilai koefisien korelasi Pearson sehingga diharapkan dapat dijadikan salah satu bahan pertimbangan dalam perumusan rencana mitigasi dan adaptasi bencana kebakaran hutan dan lahan di Kepulauan Meranti.

Tabel 1. Interpretasi SPI

SPI	Keterangan
≥2.0	Basah parah
1.5 hingga 1.99	Basah sedang
1.0 hingga 1.49	Agak basah
0.99 hingga -0.99	Normal
-1.0 hingga -1.49	Agak kering
-1.5 hingga -1.99	Kering sedang
≤ -2.0	Kering parah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pola sebaran spasial dan temporal hotspot

Setelah data *hotspot* dianalisis, diperoleh peta sebaran *hotspot* di Kepulauan Meranti dari tahun 2001-2021 (Gambar 2). Terdapat sekitar 7615 *hotspot* yang tersebar hampir di seluruh wilayah Kabupaten Meranti dengan 97.2% atau 7403 titik terjadi di lahan gambut (Gambar 3). Analisis *hotspot* di Sumatera dan

Kalimantan mayoritas terdeteksi pada lahan gambut (Zubaidah et al., 2014). Berdasarkan kelas klasifikasi penggunaan lahan, gambut di Kepulauan Meranti dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian dan perkebunan dengan pengelolaan yang buruk (Putra et al., 2017). Usaha ekspansi lahan untuk perkebunan sawit dan sagu diduga berkontribusi terhadap peningkatan jumlah *hotspot* di Provinsi Riau (Hutabarat, 2017). Hal tersebut berdampak terhadap menurunnya kemampuan fungsi hidrologi gambut. Kondisi gambut yang kering akan membesarkan peluang munculnya *hotspot* dan hingga terjadinya kebakaran.

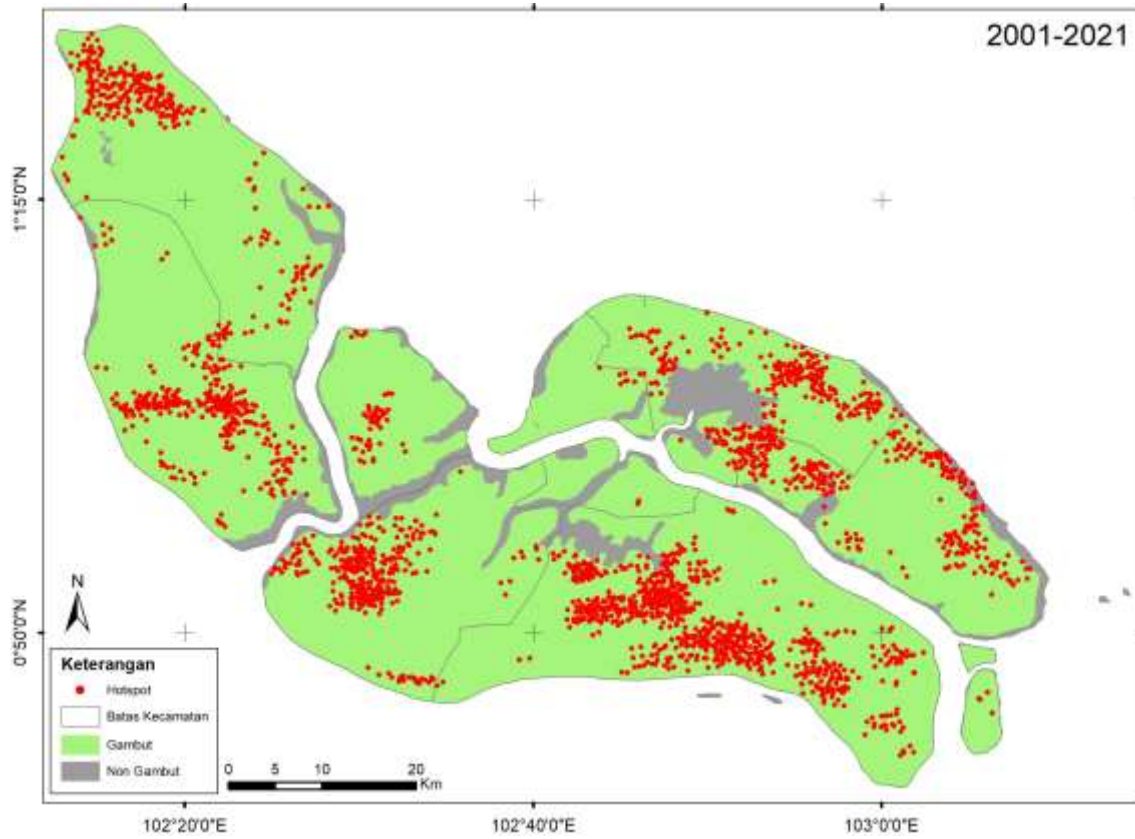
Setiap kecamatan di Kabupaten Meranti turut menyumbang *hotspot* setiap tahunnya. Kecamatan Tebing Tinggi Timur menjadi penyumbang terbesar *hotspot* sebanyak 1947 titik, diikuti Rangsang dengan 1240 titik dan Merbau dengan 1204 titik (Tabel 2). Setiap tahunnya, tiga kecamatan tersebut selalu terjadi kebakaran hutan dan lahan yang berdampak terhadap kondisi ekologi dan sosial masyarakat sehingga menjadi salah satu prioritas restorasi gambut oleh BRGM sejak tahun 2017 (Astika et al., 2022). Jenis tutupan atau penggunaan lahan juga turut memberikan kontribusi terhadap frekuensi *hotspot*. Sebagian besar kecamatan merupakan lahan gambut tropis yang dimanfaatkan lahan pertanian dan perkebunan yang rentan terbakar (Thoha et al., 2014). Kegiatan masyarakat seperti penebangan kayu ilegal, perambahan hutan, hingga kebiasaan persiapan lahan pertanian dengan cara dibakar turut menyumbang tingginya *hotspot* pada lokasi tersebut. Aktivitas tersebut disebabkan oleh kurang tersedianya lapangan pekerjaan dan tingginya angka kemiskinan (Basir 2016).

Analisis temporal dilakukan dengan melihat data tahunan dan bulanan. Selama 21 tahun terakhir, frekuensi *hotspot* tertinggi terjadi pada tahun 2014 dengan 2920 titik, diikuti tahun 2005 dengan 1254 titik serta tahun 2019 dengan 604 titik (Gambar 3). Serupa dengan hasil penelitian yang dilakukan di Sumatera Selatan, frekuensi hotspot tertinggi terjadi pada tahun 2014-2015 (Hamzah et al., 2014). Jumlah *hotspot* cenderung meningkat tiap tahunnya sebagai salah satu dampak dari perubahan iklim. Pada 2014 dan 2019 terjadi fenomena *El Nino* yang minimnya intensitas curah hujan dan kenaikan suhu udara turut memperparah bencana kebakaran hutan dan lahan (Hadiyani dan Nurhayati, 2022). Peningkatan kejadian kebakaran hutan dan lahan terjadi karena fenomena *El Nino* yang ditandai dengan kemarau berkepanjangan seperti yang terjadi pada 1997-1998, 2002, 2006, dan 2015 (Athoillah et al., 2017).

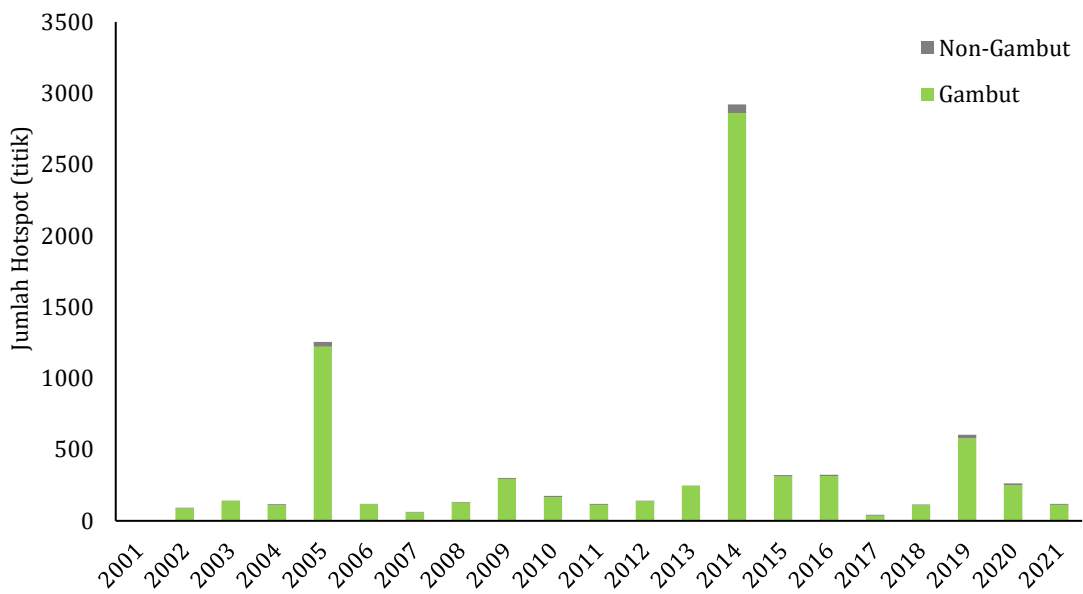
Berdasarkan hasil analisis, pola *hotspot* bulanan mengikuti fluktuasi curah hujan dimana jumlah kejadian tertinggi terjadi pada Februari hingga Maret (Gambar 4). Berbeda dengan hasil penelitian (Thoha et al., 2014) di Kalimantan Tengah, jumlah *hotspot* tertinggi terjadi pada Agustus hingga Oktober. Hal ini bisa terjadi karena perbedaan intensitas curah hujan

dan masa tanam lahan pertanian. Data *hotspot* dari MODIS dapat lebih akurat jika dibandingkan dengan data lapangan lokasi kebakaran. Pada musim dengan

intensitas curah hujan yang rendah, level air akan turun pada titik kritis sehingga lahan gambut akan mudah terbakar (Wosten et al., 2008).



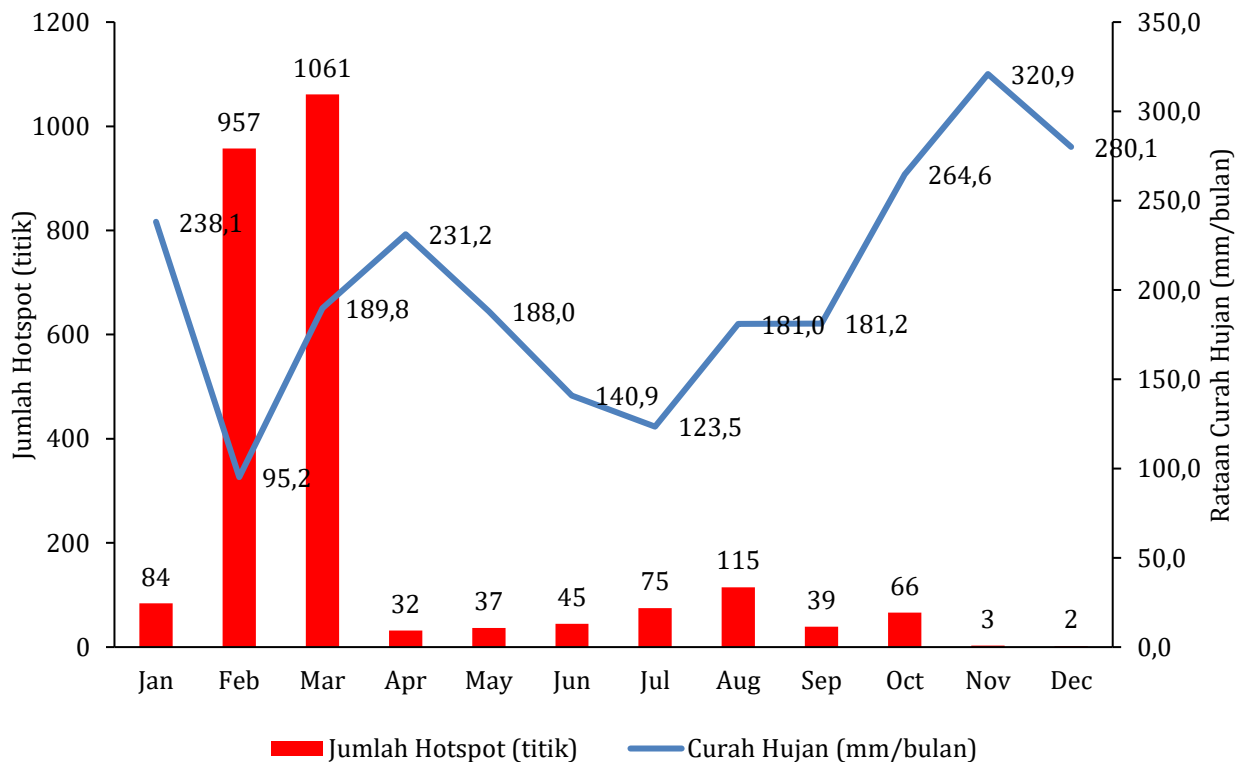
Gambar 2. Peta Distribusi *Hotspot* di Kepulauan Meranti tahun 2001-2021



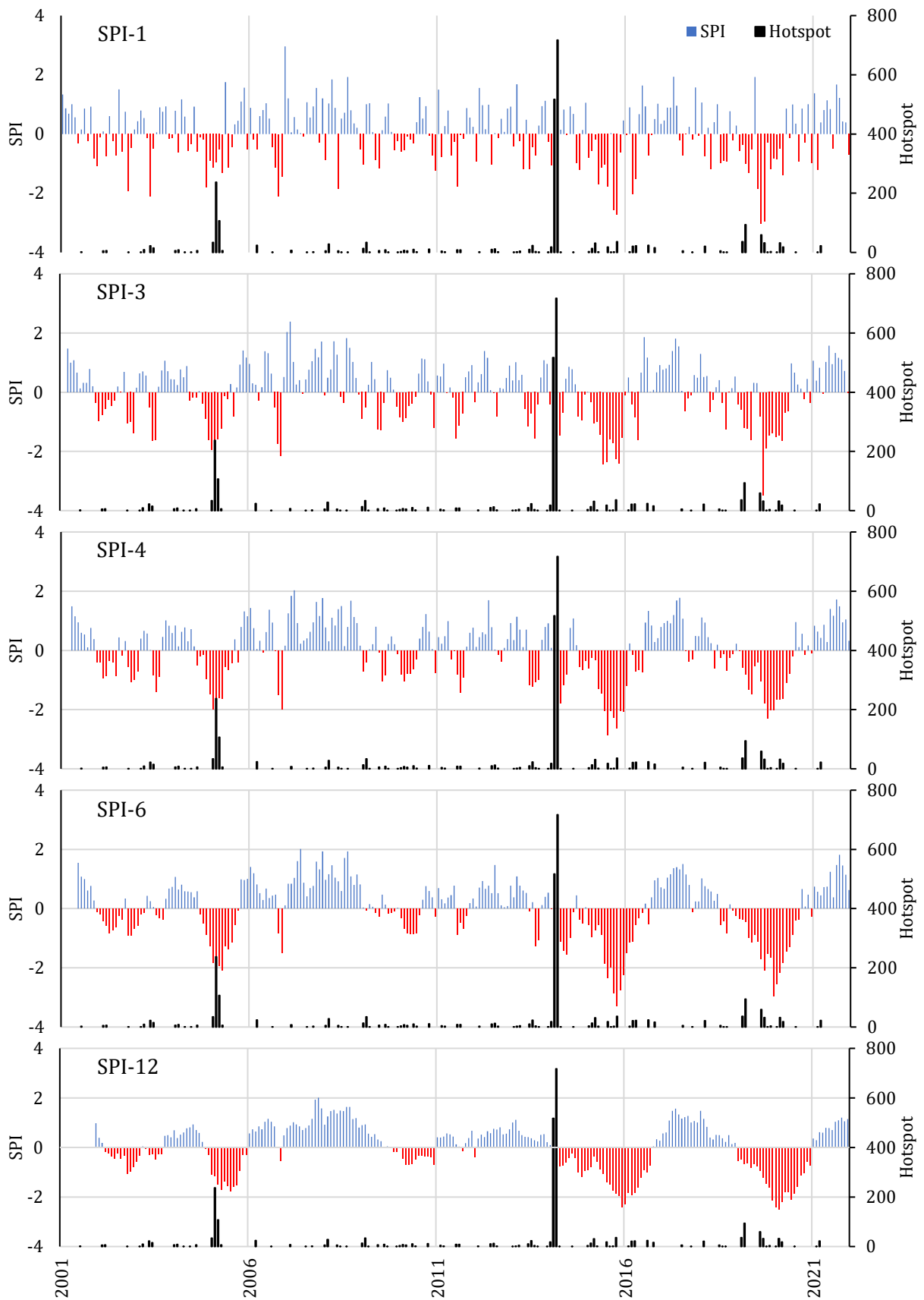
Gambar 3. Distribusi *Hotspot* tahun 2001-2021

Tabel 2. Distribusi *Hotspot* setiap Kecamatan di Kepulauan Meranti tahun 2001-2021

Tahun	Tebing Tinggi	Tebing Tinggi Barat	Tebing Tinggi Timur	Rangsang	Rangsang Pesisir	Rangsang Barat	Merbau	Pulau Merbau	Tasik Putri Puyu
2001			2	1	1				
2002	1	11	5	18	5		41	2	10
2003	1	3	94	26	7		9		1
2004	2	17	12	28	10		38	1	9
2005	3	182	423	125	213	18	147	14	129
2006		46	21	23	6	4	8	8	3
2007	1	3	7	6	21		22		2
2008	2	9	23	19	13		49	1	17
2009	1	50	45	44	72		75	5	10
2010	2	17	34	83	23	2	10	1	3
2011	1	37	14	25	12		16	1	12
2012	1	20	13	15	7		79		7
2013	1	60	49	53	45		28	3	9
2014	2	340	1010	317	273	4	482	120	372
2015	4	62	13	84	16		30		112
2016	5	8	5	38	133	3	108	3	20
2017	6	1	1	11	5		16		3
2018	2	8	51	49	4				1
2019	13	172	123	176	73		25	7	15
2020	10	22	2	59	134		17	2	16
2021	6			40	6	1	4		62
Total	64	1068	1947	1240	1079	32	1204	168	813



Gambar 4. Distribusi Bulanan *Hotspot*



Gambar 5. Variasi SPI-1, SPI-3, SPI-4, SPI-6, SPI-12 tahun 2001-2021

Tabel 3. Nilai Korelasi Pearson (*r* dan *p-value*) antara SPI, Curah Hujan, dan *Hotspot*

	<i>r</i>				
	SPI-1	SPI-3	SPI-4	SPI-6	SPI-12
Curah hujan	0.8270	0.8674	0.8523	0.8409	0.7447
<i>Hotspot</i>	-0.6811	-0.6751	-0.6854	-0.6631	-0.5037
	<i>p-value</i>				
	SPI-1	SPI-3	SPI-4	SPI-6	SPI-12
Curah hujan	3.79e-06	3.57e-07	9.38e-07	1.81e-06	1.08e-04
<i>Hotspot</i>	0.0007	0.0008	0.0006	0.0011	0.0199

3.2 Variasi SPI 2001-2021

Nilai SPI-1, SPI-3, SPI-4, SPI-6, SPI-12 tahun 2001-2021 sangat bervariasi dari -3.5 hingga 3.0. Hal tersebut menunjukkan bahwa sepanjang kurun waktu 21 tahun, Kepulauan Meranti telah mengalami hujan dan kekeringan yang ekstrim. Hujan dengan intensitas tinggi terjadi pada 2006 dan 2007 yang disertai rendahnya jumlah *hotspot*. Sedangkan kondisi kekeringan yang parah terjadi pada 2005, 2015, dan 2019 seiring dengan tingginya jumlah *hotspot*.

Hasil ini sesuai dengan penelitian (Prabowo et al, 2020) yang menunjukkan kesamaan pola variasi nilai SPI dan dipengaruhi oleh aktivitas *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) (Parwati et al., 2020). Periode ENSO memiliki hubungan yang erat dengan musim hujan dan musim kemarau (Harrison et al., 2009).

Berdasarkan hasil penelitian, nilai SPI-1 menggambarkan seberapa pentingnya kondisi hidrologi gambut sebagai bahan bakar dalam penyebaran kebakaran yang ditandai dengan keberadaan *hotspot*. Kadar air pada lahan gambut dipengaruhi oleh kondisi cuaca dalam bulan-bulan saat ini dan sebelumnya (Hafni et al., 2022). Secara umum frekuensi *hotspot* di Kepulauan Meranti mengikuti pola nilai SPI, yakni menurun ketika musim hujan dan meningkat pada musim kering. Sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa kenaikan nilai *hotspot* berbanding terbalik dengan besarnya nilai rata-rata curah hujan, dan mampu menggambarkan kondisi musim kering (Darmawan et al. 2020).

3.3 Korelasi *Hotspot* dan SPI

Uji korelasi dengan metode Pearson dilakukan untuk melihat hubungan antara data *hotspot* dengan nilai SPI. Nilai SPI jangka pendek dan menengah (SPI-1, SPI-3, SPI-4, dan SPI-6) berkorelasi kuat dengan data *hotspot* 2001-2021 dengan koefisien Pearson (*r*) lebih dari 60% (Tabel 3). Nilai negatif menggambarkan hubungan yang tebalik antara SPI dan *hotspot*. SPI-1 dan SPI-4 memiliki nilai korelasi tertinggi sekitar 68%. Hal ini dapat diartikan bahwa sekitar 68% *hotspot* dapat dijelaskan berdasarkan nilai SPI-1 dan SPI-4 yang menggambarkan komponen iklim terhadap jumlah kejadian *hotspot*. Hasil ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa SPI-1 memiliki hubungan yang kuat dengan data *hotspot* sekitar 60% (Febrina et al., 2017).

Korelasi curah hujan dengan SPI juga dianalisis untuk mengkonfirmasi keterkaitannya terhadap data *hotspot*. Hasil analisis menunjukkan korelasi yang tinggi antara curah hujan dengan SPI dengan nilai *r* lebih dari 70%. Serupa dengan penelitian di Kalimantan Tengah yang memiliki korelasi tinggi antara curah hujan dan SPI (Hafni et al., 2022). Hubungan tersebut mampu memprediksi puncak periode periode kering dan basah sehingga upaya mitigasi dan adaptasi terhadap munculnya *hotspot* yang mengindikasikan terjadinya kebakaran hutan dan lahan dapat dilaksanakan.

3.4 Mitigasi Kebakaran Hutan dan Lahan

Berdasarkan pola distribusi hotspot secara spasial-temporal dan variasi SPI dapat diketahui karakteristik khusus lokasi-lokasi dengan peluang terjadinya kebakaran yang tinggi. Penyesuaian sekat kanal pada lokasi yang rentan terhadap kekeringan serta pemberian batas antara lokasi pemukiman, pertanian, dan kawan hutan lindung (Salsabila et al., 2020). Pemanfaatan penginderaan jauh dalam pemantauan hotspot dan curah hujan juga perlu ditingkatkan karena variabel tersebut dapat dimonitoring secara reguler dan *real-time*. Data curah hujan sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi efek *El Nino* terhadap intensitas curah hujan. Periode basah dan kering yang dapat diprediksi berdasarkan data series akan membantu mengingatkan kapan harus menyimpan cadangan air sebagai antisipasi terjadinya kebakaran.

4. Kesimpulan

Distribusi *hotspot* secara spasial tersebar hampir merata di seluruh wilayah Kepulauan Meranti dengan Tebing Tinggi Timur sebagai kecamatan yang berkontribusi besar terhadap tingginya jumlah *hotspot*. Secara temporal, frekuensi *hotspot* tertinggi terdapat pada tahun 2005, 2014, dan 2019 terutama pada Februari dan Maret. Nilai SPI dan *hotspot* bervariasi mengikuti fenomena *El Nino* dan *La Nina*. Analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa *hotspot*, SPI, dan curah hujan berkorelasi kuat sehingga mampu menggambarkan kondisi musim terhadap peluang terjadinya bencana kebakaran hutan dan lahan. Berdasarkan hasil penelitian, variabel *hotspot* dan SPI tidak dapat dipisahkan karena bisa menjadi salah satu faktor penting yang membantu proses perumusan

arahan mitigasi dan adaptasi bencana kebakaran hutan dan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, Y., Qomar, N., Sutikno, S. 2022. Implementasi kegiatan restorasi gambut dan fenomena kebakaran lahan dan hutan di Desa Lukun, Kecamatan Tebing Tinggi Timur, Kabupaten Kepulauan Meranti. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, Vol. 1 No. 1, Januari 2022. Hal 25-40. Doi: 10.31849/forestra.v17i1.7358.
- Athoillah, I., Sibarani, R.M., Doloksaribu, D.E. 2017. Spatial analysis of the 2015 strong El Nino and the 2016 weak La Nina (their influence on humidity, wind, and rainfall condition in Indonesia). *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 18 No. 1. Hal 33-41.
- Basir, M.A. 2016. Upaya pemerintah dalam menangani illegal logging (studi pada UPTD Kehutanan Kecamatan Kulisusu Kabupaten Buton Utara). *Kybernan: Jurnal Studi Kepemerintahan*, Vol. 1 No. 2. Hal 38-47.
- Darmawan, Y., Nainggolan, L., Hutapea, T.D., Makmur, E.E.S., Munir, I.M. 2020. Thermal hotspot distribution of MODIS Aqua/Terra Satellite in Humbang Hasudutan Regency, Northern Sumatra. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 982. Doi: 10.1088/1757-899X/982/1/012013.
- Davies, D., Ederer, G., Olsina, O., Wong, M., Cechini, M., Boller, R. 2019. NASA's Fire Information for Resource Management (FIRMS): Near Real-Time Global Fire Monitoring using data from MODIS and VIIRS. Diakses dari <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>.
- Febrina, H., Sutikno, S., Rinaldi. 2017. Analisis kekeringan untuk mitigasi kebakaran lahan gambut menggunakan data satelit berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, Vol. 4 No. 2, Oktober 2017. Hal 1-9.
- Giglio, L., Van Der Werf, G.R., Randerson. T., Collatz, G.J., Kasibhatla, P. 2006. Global estimation of burned area using MODIS active fire observations. *Atmos Chem Phys*, 6, 957-974. Doi: 10.5194/acp-6-957-2006.
- Hadiyani, F.S and Nurhayati, A.D. 2022. Hotspot analysis in 2015 and 2019 at Ogan Komering Ilir District South Sumatera Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 959. Doi: 10.1088/1755-1315/959/1/012056.
- Hafni, D.A.F., Putra, E.I., Harahap, A.A.N., Saharjo, B.H., Graham, L., Nurhayati, A.D., Cochrane, M.A. 2022. Peat fire risk assessment in Central Kalimantan, Indonesia using the standardized precipitation index (SPI). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 959. Doi: 10.1088/1755-1315/959/1/012058.
- Hamzah, A.S., Darmawan., Sumawinata, B., Suwardi., Djajakirana, G. 2019. Spatial analysis of hotspot data for tracing the source of annual peat fires in South Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 393. Doi: 10.1088/1755-1315/393/1/012068.
- Harrison, M.E., Page, S.E., Limin, S.H. 2009. The global impact of Indonesian forest fires. *Biologist*, Vol. 56 No. 3, pp 156-163. Doi: 10.1.1.709.683.
- Hutabarat, S. 2017. Tantangan berkelanjutan perkebunan kelapa sawit rakyat di Kabupaten Pelalawan, Riau dalam perubahan perdagangan global. *Masyarakat Indonesia*, Vol. 43 No. 1. Hal 47-64.
- Koudahe, K., Kayode, A., Samson, A., Adebola, A., Djaman, K. 2017. Trend analysis in standardized precipitation index and standardized anomaly index in the context of climate change in Southern Togo. *Atmospheric and Climate Sciences*, 7, 401-423. Doi: 10.4236/acs.2017.74030.
- Liu, C.Y., Aryastana, P., Liu, G.R., Huang, W.R. 2020. Assessment of satellite precipitation product estimates over Bali Island. *Atmospheric Research*, Vol. 244, ISSN 0169-8095, Doi: 10.1016/j.atmosres.2020.105032.
- McKee, T.B., Doesken, N.L., Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, 179-184. Doi: 10.1.1.462.4342.
- Parwati, Suwarsono, Suprpto, T. 2010. Analisis peran ENSO terhadap distribusi hotspot dan curah hujan di Pulau Sumatera dan Kalimantan. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfir*. Hal 391-406.
- Prabowo, M.R., Koesmaryono, Y., Faqih, A., Sopaheluwakan, A. 2020. Karakteristik spasial dan temporal hotspot di Pulau Sumatera. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 21 No. 1, Juli 2020. Hal 9-19.
- Putra, A., Sutikno, S., Rinaldi. 2017. Identifikasi lahan gambut menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI Tirs berbasis sistem informasi geografis (SIG) studi kasus Pulau Tebing Tinggi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*. Vol. 4 No. 2, Oktober 2017. Hal 1-11.
- Putra, R., Sutriyono, E., Kadir, S., Iskandar, I., Lestari, D.O. 2019. Dynamical link of peat fires in South Sumatra and the climate modes in the Indo-Pacific Region. *Indonesian Journal of Geography*, Vol. 51 No. 1. Hal 18-22. Doi: 10.22146/ijg.35667.
- Rasyid, F. 2014. Permasalahan dan dampak kebakaran hutan. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, Vol. 1. Hal 47-59.
- Salsabila, H.N., Sahitya, A.F., Mahyatar, P. 2020. Spatio-temporal pattern analysis of forest fire event in South Kalimantan using integration remote sensing data and GIS for forest fire disaster mitigation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 540. Doi: 10.1088/1755-1315/540/1/012011.
- Sugiyanto, S. 2019. Kearifan local petani dan kelestarian gambut (studi kasus Desa Lukun, Kecamatan Tebing Tinggi Timur). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, Vol. 6 No. 1. Hal 4-5.
- Thoha, A.S., Saharjo, B.H., Boer, R., Ardiansyah, M. 2014. Spatiotemporal distribution of peatland and land fires in Kapuas District, Central Kalimantan Province, Indonesia. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, Vol. 3 No. 3. Pp 163-170. Doi: 10.11648/j.aff.20140303.14.
- Wosten, J.H.M., Clymans, E., Page, S.E., Riley, J.O., Limin, S.H. 2008. Peat-water interrelationship in a tropical peatland ecosystem in Southeast Asia. *Catena*, Vol. 73 No.2. pp. 212-228. Doi: 10.1016/j.catena.2007.07.010.
- Zubaidah, A., Vetrira, Y., Khomarudin, M.R. 2014. Validasi hotspot MODIS di wilayah Sumatera dan Kalimantan berdasarkan data penginderaan jauh SPOT-4 tahun 2012. *Jurnal Penginderaan Jauh*, Vol. 11 No. 1, Juni 2014. Hal 1-14.