

DINAMIKA KONDISI POTENSI BAHAYA KEBAKARAN HUTAN/LAHAN DI SUMATERA DAN KALIMANTAN TAHUN 2009 – 2011 BERDASARKAN *FIRE WEATHER INDEX* (FWI) DARI DATA SATELIT PENGINDERAAN JAUH

Parwati, M. Priyatna, Kusumaning Ayu D.S., dan M. Rokhis Khomarudin
Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN
Jl. Lapan No.70, Pekayon-Pasar Rebo, Jakarta 13710

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan analisis pola perkembangan potensi bahaya kebakaran hutan/lahan periode 2009 – 2011 di Indonesia khususnya di Sumatera dan Kalimantan berdasarkan analisis kondisi *Fire Weather Index* (FWI) sebagai indeks *Fire Danger Rating System* (FDRS) yang terintegrasi dan dapat merepresentasikan kondisi bahaya kebakaran hutan/lahan berbasis data satelit penginderaan jauh. Secara umum analisis FWI ekstrim dan tinggi di ke-8 provinsi rawan kebakaran di Sumatera dan Kalimantan yang menjadi studi analisis FWI berada dalam kondisi puncak pada tahun 2009 (September) dan 2011 (Agustus – September), sedangkan kondisi potensi bahaya yang rendah terjadi pada tahun 2010. Potensi bahaya FWI ekstrim dan tinggi selama tahun 2009-2011 yang paling banyak terjadi di Sumatera adalah Provinsi Sumatera Selatan dan Lampung. Pola puncak ekstrim bahaya kebakaran di Provinsi Riau berbeda dengan lainnya yaitu pada Bulan Januari – Maret, serta Juni – Juli. Sementara di Kalimantan, kondisi potensi kebakaran tinggi paling banyak terjadi di Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Hasil analisis *trend* FWI ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengantisipasi dan memajemen kondisi kebakaran hutan di Indonesia.

Kata Kunci: FWI, Kalimantan, Penginderaan Jauh, Rawan Kebakaran, Sumatera.

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara tropis yang mempunyai sumber daya hutan yang cukup luas sering menjadi pusat perhatian dunia, karena kebakaran hutan/lahan di Indonesia terjadi setiap tahun terutama di lahan gambut yang terletak di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Kebakaran hutan/lahan di Indonesia sering dikaitkan dengan isu pemanasan global di skala internasional. Oleh karenanya Kabinet Indonesia Bersatu Kedua (2010-2014) menetapkan program prioritas pengendalian kebakaran hutan dan lahan dengan menekan laju jumlah titik panas kebakaran hutan hingga berkurang 20% per tahun.

Dalam rangka antisipasi terjadinya kebakaran hutan/lahan diperlukan Sistem Peringatan Dini Bahaya Kebakaran Hutan/Lahan (SPBK). SPBK yang ada di Indonesia mengacu pada model *Canadian Forest Fire Danger Rating System* (CFFDRS) yang beberapa parameternya telah disesuaikan dengan kondisi wilayah Indonesia. Parameter yang telah disesuaikan adalah Tingkat Kemudahan Penyulutan Api (*Fine Fuel Moisture Code* – FFMC), Kode Kekeringan (*Drought Code* – DC), Tingkat kemudahan penyebaran api (*Initial Spread Index* – ISI), dan Indeks Kebakaran Cuaca (*Fire Weather Index* – FWI) (Khomarudin *et al.*, 2006). Secara nasional, institusi yang mengoperasikan SPBK di Indonesia adalah Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Adanya keterbatasan jaringan stasiun klimatologi di wilayah luar Pulau Jawa yang tidak menyebar secara merata, menjadikan peluang bagi teknologi penginderaan jauh untuk mengestimasi unsur cuaca dalam resolusi spasial tertentu sehingga pemetaan SPBK secara spasial dapat dilakukan. Oleh karenanya LAPAN sejak tahun 2005 telah mengembangkan model pemantauan SPBK menggunakan nilai estimasi unsur cuaca dari data satelit penginderaan jauh.

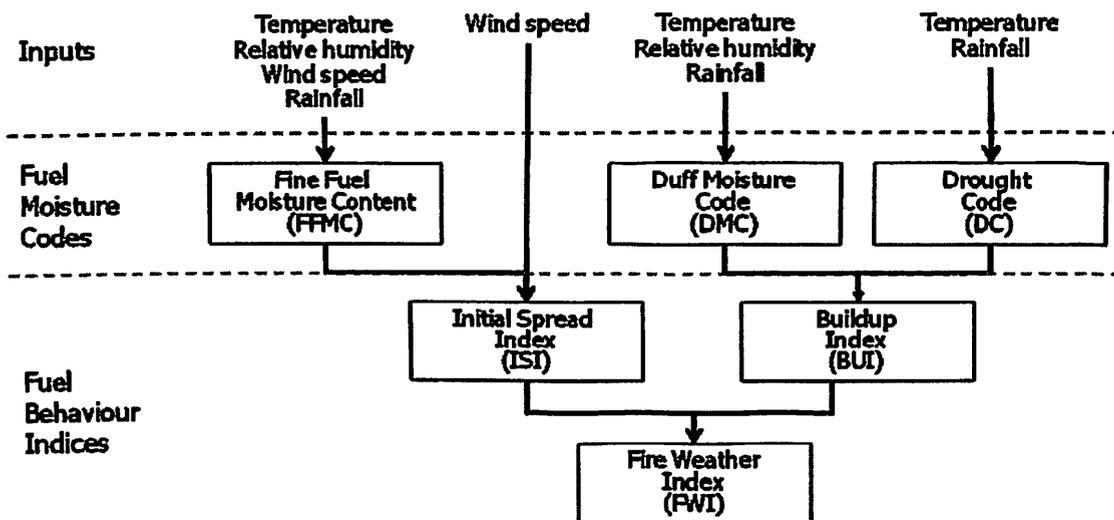
Pada kajian ini dilakukan analisis time-series untuk mengetahui pola perkembangan potensi bahaya kebakaran hutan/lahan periode 2009 – 2011 di Indonesia, khusus di Pulau

Sumatera dan Kalimantan berdasarkan analisis kondisi FWI sebagai indeks FDRS yang terintegrasi dan dapat merepresentasikan kondisi bahaya kebakaran hutan/lahan berbasis data penginderaan jauh.

2. SISTEM PERINGKAT BAHAYA KEBAKARAN HUTAN/LAHAN (SPBK)

SPBK dikenal secara internasional sebagai FDRS yang merupakan salah satu sistem peringatan dini kebakaran hutan/lahan yang dapat digunakan untuk memberikan masukan terhadap keputusan yang berkaitan dengan pencegahan, mobilitas, dan pemadaman kebakaran. SPBK yang digunakan di Indonesia dan Asia Tenggara mengadopsi Sistem *Forest Fire Weather Index (FWI)* Canada dan telah dikalibrasi di Indonesia dan Malaysia. FWI dihitung dari pengukuran suhu udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, dan curah hujan. Selain itu, mempertimbangkan faktor topografi, vegetasi, dan kondisi permukaan.

Data masukan untuk sistem FWI adalah suhu udara, akumulasi curah hujan selama 24 jam, kelembaban relatif, dan arah angin ketinggian 10 m. Dalam mengestimasi unsur-unsur cuaca dari data satelit, model yang telah dikembangkan adalah model regresi (Han *et al.*, 2005) dan model termodinamika (Sun *et al.*, 2005) untuk menghitung suhu udara dan kelembaban udara. Data curah hujan yang digunakan adalah data Qmorph dari *National Center for Environment Programme (NCEP)*. Data Qmorph merupakan kumpulan data penginderaan yang mengestimasi curah hujan selama 24 jam. Resolusi temporalnya adalah setiap 30 menit, sedangkan resolusi spasialnya adalah 8 km. Data kecepatan angin belum dapat diekstraksi dari data penginderaan jauh, sehingga menggunakan data dari *Bureau of Meteorology (BoM)* Australia (Khomarudin *et al.*, 2006). Informasi keluaran dari sistem FWI adalah FFM, *Duff Moisture Code (DMC)*, DC, ISI, *Buildup Index (BUI)* dan FWI. Struktur sistem FWI dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Sistem FWI

Keterangan:

- FFMC : peringkat numerik kandungan kadar air bahan bakaran halus. FFMC digunakan sebagai indikator potensi tingkat kemudahan penyulutan api (kebakaran)
- ISI : peringkat numerik dari penyebaran api/kebakaran untuk bahan bakaran halus (rerumputan). ISI digunakan sebagai indikator untuk kesulitan pengendalian kebakaran. ISI adalah fungsi dari FFMC dan angin.
- DC : peringkat numerik kandungan kadar air di lapisan organik yang berada 10-20 cm di bawah permukaan tanah. DC digunakan sebagai indikator potensi kekeringan dan potensi terjadinya kabut asap.

- DMC : peringkat numerik kandungan kadar air dalam lapisan humus dan ranting-ranting kecil yang berada 5-10 cm di bawah permukaan tanah.
- BUI : eringkat numerik yang menunjukkan jumlah bahan bakar yang tersedia untuk pembakaran. BUI adalah fungsi dari DMC dan DC.
- FWI : eringkat numerik dari intensitas kebakaran. FWI merupakan indikator peringkat bahaya kebakaran secara umum. BUI adalah fungsi dari DMC dan DC.

Dalam menginformasikan kode-kode SPBK, LAPAN menggunakan interpretasi berdasarkan nilai kode-kode SPBK yang telah divalidasi di Indonesia dan Malaysia (Roswintiarti, 2010). Kode SPBK dibagi menjadi 4 kelas yaitu: Rendah, Sedang, Tinggi, dan Ekstrim. Keterangan interpretasi kode SPBK berdasarkan kelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi kode SPBK (FFMC, DC, ISI, dan FWI) berdasarkan nilai dan kelasnya

Potensi Tingkat Kemudahan Penyulutan Api dan kelas FFMC		
Kelas	Nilai FFMC	Interpretasi
 Rendah	0 - 72	Kemungkinan terpicunya api sangat rendah.
 Sedang	73 - 77	Kemungkinan api terpicu pada daerah kering dan terisolasi sangat rendah.
 Tinggi	78 - 82	Bahan bakaran halus (seperti alang-alang) sangat mudah terpicu api, kemungkinan terpicunya api tinggi.
 Ekstrim	82 +	Bahan bakaran halus sangat mudah terpicu api, kemungkinan terpicunya api sangat tinggi.

Potensi Kekeringan dan Asap dan kelas DC		
Kelas	Nilai DC	Interpretasi
 Rendah	< 140	Kondisi musim basah. Kabut asap tidak terjadi
 Sedang	140 - 260	Kondisi normal pertengahan musim kering. Pembakaran harus dipantau
 Tinggi	260 - 350	Kondisi normal puncak musim kering seluruh pembakaran di atas lahan gambut, dilarang
 Ekstrim	350 +	Kondisi bahaya kekeringan. Pembakaran sepenuhnya dilarang.

Kesulitan Pengendalian Kebakaran dan kelas ISI		
Kelas	Nilai ISI	Interpretasi
 Rendah	0 - 1	Intensitas api rendah untuk kebakaran pada bahan bakar halus, penyebaran api perlahan. Api dapat padam dengan sendirinya atau dipadamkan dengan alat-alat sederhana.
 Sedang	2 - 3	Intensitas api sedang untuk kebakaran pada bahan bakar halus. Peralatan sederhana serta pompa air dapat digunakan untuk memadamkan api.
 Tinggi	4 - 5	Intensitas api tinggi untuk kebakaran pada bahan bakar halus. Peralatan mekanik (buldozer) digunakan untuk memadamkan kebakaran.
 Ekstrim	6 +	Intensitas api sangat tinggi untuk kebakaran pada bahan bakar halus. Peralatan mekanik serta sekat bakar digunakan untuk memadamkan api.

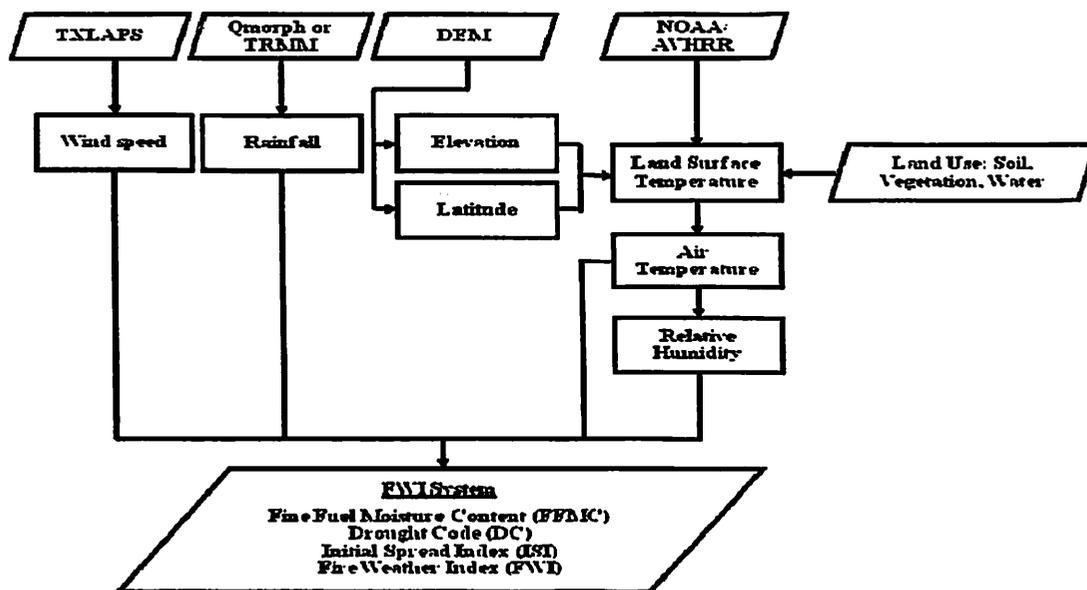
Indeks Cuaca Kebakaran dan kelas FWI		
Kelas	Nilai FWI	Interpretasi
 Rendah	0 - 1	Kebakaran akan padam dengan sendirinya.
 Sedang	2 - 6	Kebakaran dapat dipadamkan dengan peralatan sederhana.
 Tinggi	7 - 13	Kebakaran dapat dipadamkan menggunakan pompa dan alat berat.
 Ekstrim	13 +	Kebakaran sukar dipadamkan.

3. METODOLOGI

Data satelit yang digunakan untuk memperoleh indeks-indeks FDRS adalah sebagai berikut:

- TXLAPS: *Tropical eXtended Area Prediction System* (BoM, Australia) – 00:00 UTC
- Qmorph: 06:00 UTC to 05:00 UTC; atau TRMM: *Tropical Rainfall Measuring Mission* (NASA and JAXA) – 06:00 UTC to 05:00 UTC
- DEM: *Digital Elevation Model* (SRTM 90m)
- NOAA/AVHRR: *National Oceanic and Atmospheric Administration - Advanced Very High Resolution Radiometer* (NOAA-AVHRR) - 08:00 UTC and 11:00 UTC

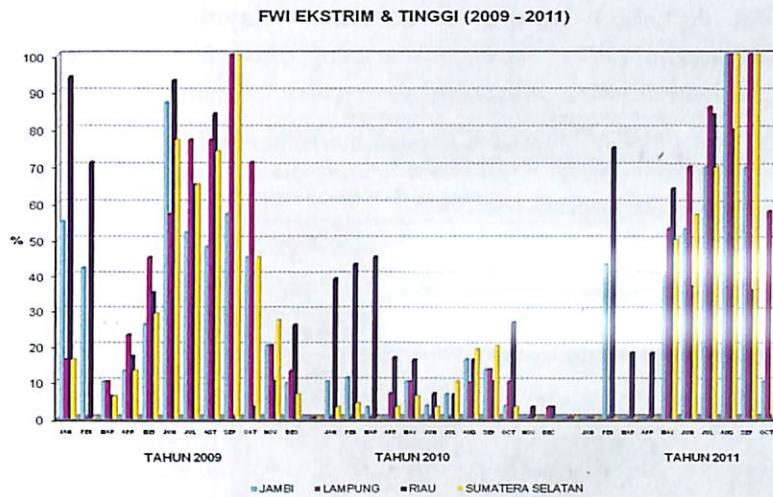
Periode data yang dianalisis adalah mulai 1 Januari 2009 hingga 31 Oktober 2011 dengan lokasi studi di ke-8 provinsi rawan kebakaran hutan yang terdapat di Sumatera (Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung) dan Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan). Diagram alir untuk memperoleh indeks FWI dapat dilihat pada Gambar 2.



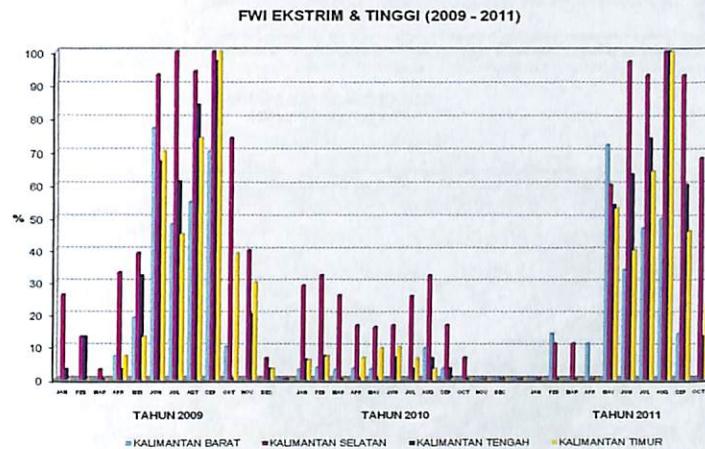
Gambar 2. Diagram alir pengolahan data

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis kondisi FWI di 4 wilayah rawan kebakaran hutan di Pulau Sumatera yaitu Provinsi Riau, Jambi, Lampung, dan Sumatera Selatan selama periode 2009-2011 dapat diketahui bahwa kondisi potensi bahaya kebakaran hutan/lahan dengan kategori ekstrim dan tinggi mencapai puncaknya pada tahun 2009 (September) dan 2011 (Agustus – September), sedangkan kondisi potensi bahaya yang rendah terjadi pada tahun 2010. Pada saat puncak ekstrim, dilihat berdasarkan lokasi rawannya, Provinsi Sumatera Selatan dan Lampung menduduki peringkat yang tinggi dari potensi bahayanya dibandingkan dengan Provinsi Riau dan Jambi. Khusus di Provinsi Riau dapat ditunjukkan bahwa pola puncak potensi bahaya kebakaran terjadi pada Bulan Januari – Maret, dan Juni – Juli, sedangkan provinsi lainnya (Jambi, Lampung, Sumatera Selatan) rata-rata mempunyai nilai puncak ekstrim pada Bulan Agustus – September (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik persentase kondisi FWI ekstrim dan tinggi pada periode tahun 2009 – 2011 di Provinsi Jambi, Lampung, Riau, dan Sumatera Selatan

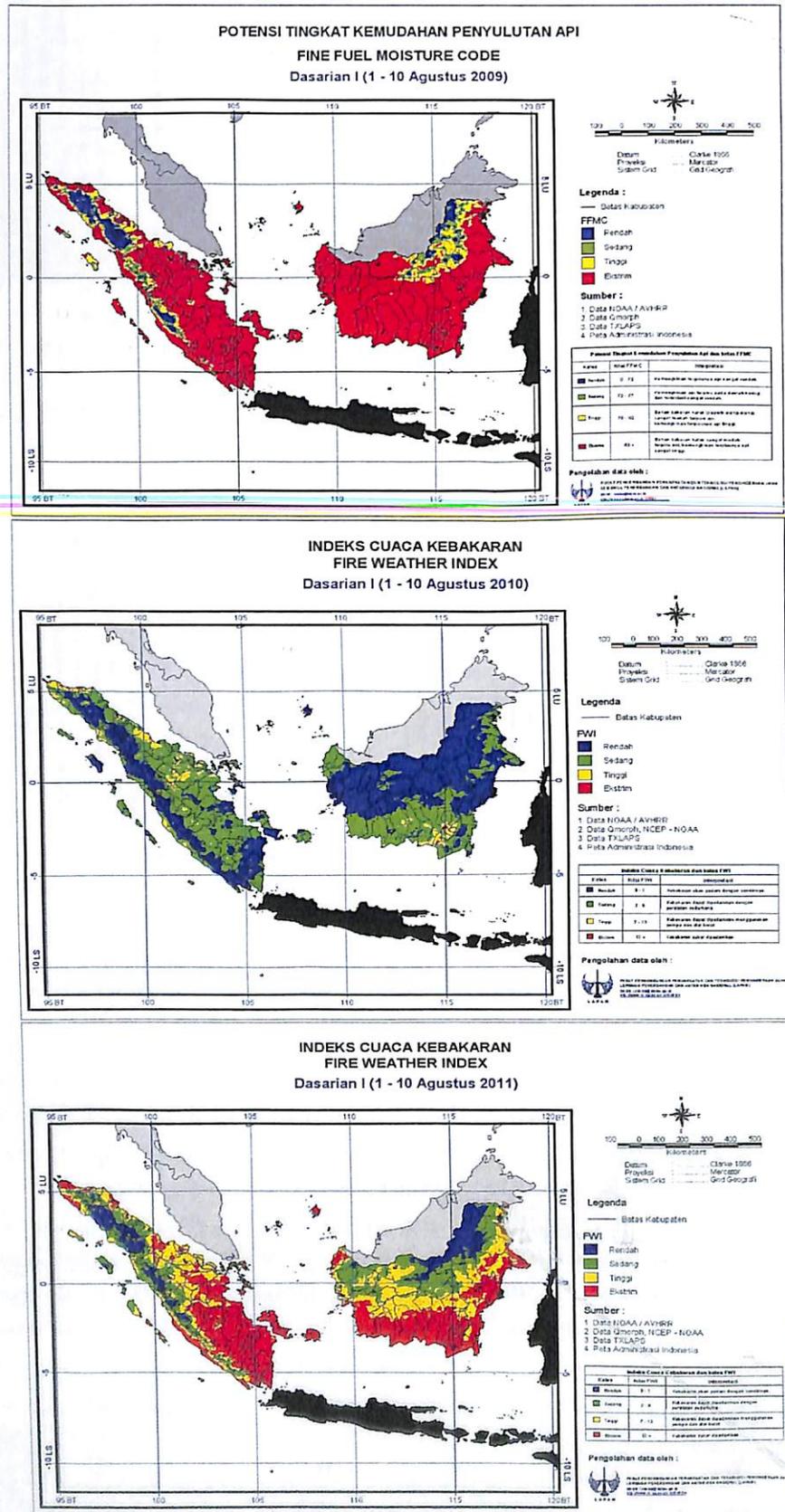


Gambar 4. Grafik persentase kondisi FWI ekstrim dan tinggi pada periode tahun 2009 – 2011 di Provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan

Sementara itu pada Gambar 4 ditunjukkan kondisi FWI di 4 wilayah rawan kebakaran hutan di Pulau Kalimantan, yaitu Provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan selama periode 2009-2011. Berdasarkan grafik *time-series* 2009-2011 dapat diketahui bahwa kondisi potensi bahaya kebakaran hutan/lahan dengan kategori ekstrim dan tinggi mencapai puncaknya pada tahun 2009 (September) dan 2011 (Agustus), sedangkan kondisi potensi bahaya yang rendah terjadi pada tahun 2010. Provinsi Kalimantan Selatan menduduki peringkat tertinggi, selanjutnya Provinsi Kalimantan Tengah yang juga memiliki tingkat bahaya yang tinggi pada tahun 2009 dan 2011. Kondisi tingginya potensi bahaya di wilayah Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah terkait dengan luasnya lahan gambut yang banyak terdapat di wilayah tersebut, dimana lahan gambut dapat lebih rentan terbakar dibandingkan dengan jenis tanah lainnya.

Kondisi potensi bahaya kebakaran hutan/lahan di Sumatera dan Kalimantan secara spasial pada Bulan Agustus pada tahun 2009 - 2011 dapat ditunjukkan pada Gambar 5, dimana pada tahun 2009 (Agustus) umumnya kondisi FWI di 8 provinsi wilayah rawan kebakaran hutan/lahan menunjukkan tingkat ekstrim, sedangkan pada tahun 2010 kondisi ekstrim hanya terdapat di Provinsi Kalimantan Tengah (Bulan Agustus) namun dalam persentase masih di bawah 50% potensi kejadiannya. Selanjutnya kondisi FWI meningkat kembali di

tahun 2011 (Bulan Agustus) hampir di seluruh wilayah rawan kebakaran di Pulau Sumatera dan Kalimantan.



Gambar 5. Informasi spasial kondisi FWI pada Bulan Agustus tahun a) 2009; b) 2010; c) 2011 di Sumatera dan Kalimantan

Dikaitkan dengan kondisi El Nino yang merupakan kondisi iklim ekstrim dan dapat menyebabkan tingginya tingkat kekeringan di Indonesia, maka berdasarkan data dari BoM Australia diketahui bahwa pada tahun 2009 terdapat fenomena iklim El Nino dengan intensitas kuat, sedangkan pada tahun 2010 dan 2011 terjadi kondisi normal hingga La Nina yang menyebabkan kondisi iklim basah di Indonesia. Dari sisi iklim dapat ditunjukkan bahwa meskipun iklim pada tahun 2011 cenderung normal dan basah, namun potensi kebakaran hutan/lahan yang dapat diidentifikasi dari FWI menunjukkan tingkat bahaya yang tinggi pada tahun 2011 di wilayah rawan kebakaran di Sumatera dan Kalimantan. Hal ini mengindikasikan bahwa sinyal kebakaran hutan/lahan yang teridentifikasi dari data satelit bukan semata terjadi karena faktor iklim, ada faktor lain yang diduga menjadi penyebab utama terjadinya potensi bahaya yang ekstrim di daerah rawan kebakaran hutan /lahan. Menurut Van der Werf (2009) kebakaran hutan di P. Sumatera setidaknya telah terjadi sejak tahun 1960, karena kondisi curah hujannya lebih rendah dari Kalimantan. Sedangkan, kebakaran di Kalimantan mulai sering terjadi sejak tahun 1980. Keduanya dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk yang makin pesat sejak tahun-tahun tersebut serta adanya perubahan pemanfaatan lahan untuk hutan tanaman, perkebunan dan industri pertanian lain.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah diketahui pola perkembangan potensi bahaya kebakaran hutan/lahan periode 2009 – 2011 di Indonesia khususnya di Sumatera dan Kalimantan berdasarkan analisis kondisi Fire Weather Index-FWI sebagai indeks FDRS yang terintegrasi dan dapat merepresentasikan kondisi bahaya kebakaran hutan/lahan berbasis data penginderaan jauh.

Secara umum analisis FWI ekstrim dan tinggi di ke-8 provinsi rawan kebakaran di Sumatera dan Kalimantan yang menjadi studi analisis FWI berada dalam kondisi puncak pada tahun 2009 (September) dan 2011 (Agustus – September), sedangkan kondisi potensi bahaya yang rendah terjadi pada tahun 2010.

Potensi bahaya FWI ekstrim dan tinggi selama tahun 2009-2011 yang paling banyak terjadi di Sumatera adalah Provinsi Sumatera Selatan dan Lampung. Pola puncak ekstrim bahaya kebakaran di Provinsi Riau berbeda dengan lainnya yaitu pada Bulan Januari – Maret, serta Juni – Juli. Sementara di Kalimantan, kondisi potensi kebakaran tinggi paling banyak terjadi di Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah

Hasil analisis tren FWI ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengantisipasi dan memajemen kondisi kebakaran hutan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Han, K-S., Viau, A.A., dan Anctil, F. 2003. High-Resolution Forest Fire Weather Index Computations Using Satellite Remote Sensing. *Can. J. For. Res.*, 33, 1134-1143.
- Istanto, B., Risdiyanto, I, dan Khomarudin, M.R. 2006. Penyusunan Perangkat Lunak untuk Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan di Indonesia. *Prosiding PIT MAPIN_XV_13-14 Desember 2006_Bandung*_ISBN_979-98982-1-8.
- Khomarudin, M.R., Istanto, B., dan Maharani, L.P. 2006. Hubungan antara Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran dengan Indeks Kekeringan Berbasis Data Penginderaan Jauh. *Prosiding PIT MAPIN_XV_13-14 Desember 2006. Bandung.* ISBN 979-98982-1-8.

- Noviar, H., Khomarudin, M.R., dan Roswintiarti, O. 2005. Operasionalisasi Sistem Peringatan Dini Bahaya Kebakaran Hutan/Lahan dengan Data NOAA-AVHRR Prosiding PIT MAPIN XIV 14-15 September 2005. Surabaya. ISBN 979-98982-1-8.
- Roswintiarti, O. 2010. Fire Danger Rating System for Early Warning of the Potential Haze Events. The 10th TWG and MSC on Transboundary Haze Pollution. Kuching, Sarawak, Malaysia, 28-29 July 2010.
- Sun, J.-F., Wang, R.-H., Zhang, R., Gillies, R., Xue, Y., dan Bo, Y.-C. 2004. Air Temperature Retrieval from Remote Sensing Data Based on Thermodynamics. *Theor. Appl. Climatol.* 80, p. 37-48. Springer-Verlag. Austria.
- Van der Werf. 2009. Human Role in Indonesian Polluting Forest Fires. *Majalah Nature Geoscience* (22 February 2009).