

ANALISIS PERAN ENSO TERHADAP DISTRIBUSI HOTSPOT DAN CURAH HUJAN DI PULAU SUMATERA DAN KALIMANTAN

Parwati¹⁾, Suwarsono¹⁾ dan Totok Suprpto²⁾

¹⁾ Peneliti Bidang Pemantauan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

²⁾ Kepala Bidang Pemantauan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN
E-mail : parwati.s@yahoo.com

Abstract

Forest/land fire is an increasingly important issue in Indonesia because it has the third largest in the world after Brazil and the Congo Republic. The main cause of forest/land fire is human activities in land opening for agricultural, plantation, and forestry. The ENSO (El Niño and the Southern Oscillation) also affects the forest/land fire in Indonesia. This research is aimed to obtain the pattern/distribution of forest/land fire in Indonesia using fire hotspot from MODIS data (2006 – 2009) related to the ENSO events, and to analyze the correlation between fire hotspot from MODIS data and rainfall from TRMM data in Riau and South Kalimantan Provinces. The results showed that the hotspot accumulation reached its peak in 2009 (39.422 hotspots) and 2006 (35.134 hotspots). The period of hotspot's peak in Riau is around February/March and July/August, while in South Kalimantan is around August/September. The decrease of rainfall has a relation to the increase of hotspot in years of ENSO (2002, 2004, 2006, and 2009). However, the rainfall is not the main factor causing the forest/land fire. The correlation between fire hotspot and rainfall is only around 0.50 – 0.63.

Key word: Hotspot MODIS, Curah hujan TRMM, ENSO

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia yang terjadi setiap tahun sering menjadi pusat perhatian dunia karena luasan hutan tropis Indonesia menduduki peringkat ketiga terluas di dunia setelah Brasil dan Republik Demokrasi Kongo. Penyebab utama kebakaran hutan dan lahan adalah faktor manusia terkait dengan pembukaan lahan bagi usaha-usaha pertanian, perkebunan dan kehutanan. Selain faktor manusia, kebakaran hutan dan lahan di Indonesia dipengaruhi oleh fenomena iklim ekstrim ENSO (El Niño and the Southern Oscillation). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola distribusi hotspot indikasi kebakaran hutan dan lahan secara bulanan di Indonesia dari data MODIS periode 2006 – 2009 serta kaitannya dengan fenomena ENSO dan menganalisis hubungan antara hotspot dengan curah hujan dari data TRMM di wilayah rawan kebakaran hutan dan lahan, yaitu di Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah. Dari penelitian ini diketahui bahwa akumulasi hotspot tertinggi terjadi pada tahun 2009, yaitu mencapai 39.422 hotspot, kemudian pada tahun 2006 sebesar 35.134 hotspot. Akumulasi hotspot tertinggi di Provinsi Riau terjadi pada bulan Februari/Maret dan bulan Juli/Agustus, sedangkan di Kalimantan Tengah terjadi pada bulan Agustus/September. Penurunan curah hujan berpengaruh terhadap peningkatan hotspot, yaitu diindikasikan dengan terjadinya peningkatan jumlah hotspot secara nyata pada saat terjadinya fenomena ENSO di tahun 2002, 2004, 2006 dan 2009. Namun curah hujan bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan tinggi atau rendahnya hotspot di suatu lokasi. Korelasi antara hotspot dengan curah hujan adalah 0.50 – 0.63.

Kata Kunci : Hotspot MODIS, Curah hujan TRMM, ENSO

1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi setiap tahun sering menjadi pusat perhatian dunia karena luasan hutan tropis Indonesia menduduki peringkat ketiga terluas dunia setelah Brasil dan Republik Demokrasi Kongo. 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 (Van der Werf, 2009).

Beberapa penelitian menjelaskan bahwa pemicu dan penyebab utama terjadinya kebakaran hutan adalah manusia melalui kegiatan seperti pembukaan lahan bagi lahan-lahan pertanian, perkebunan dan kehutanan (Tacconi, 2003). Selain faktor manusia, beberapa penelitian menjelaskan adanya pengaruh fenomena iklim ekstrim ENSO (El Nino and the Southern Oscillation) terhadap kebakaran hutan di Indonesia. Fenomena El Nino 1997/1998 telah menghanguskan lahan hutan seluas 25 juta hektar di seluruh dunia (FAO 2001; Rowel and Moore 2001) dengan 9.75 juta hektar berasal dari kebakaran hutan di Indonesia (Glover 2001; BAPPENAS-ADB 1999 dalam Tacconi, 2003).

Dalam rangka mencegah timbulnya kebakaran hutan dan lahan di suatu daerah, LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) telah melakukan kegiatan deteksi dini untuk memantau daerah yang terbakar dengan menggunakan satelit TERRA/AQUA MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Indikator yang digunakan untuk mengetahui adanya kebakaran hutan/lahan dari satelit adalah titik panas (*hotspot*). Hotspot merupakan suatu lokasi di permukaan bumi yang mempunyai suhu relatif lebih panas dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Selain kondisi lahan, LAPAN juga telah melakukan pemantauan curah hujan berdasarkan data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*). Berbagai penelitian, validasi, serta aplikasi data TRMM telah banyak dilakukan (Nicholson et al, 2003; Wolff et al, 2005; Ichikawa dan Yasunari, 2006; Chokngamwong dan Chiu, 2008). Roswintiarti et al, 2009 dalam penelitiannya tentang akurasi data TRMM di Indonesia menjelaskan bahwa data TRMM mampu merepresentasikan curah hujan wilayah lokal dengan cukup baik.

Analisis hubungan antara hotspot dan curah hujan berkaitan dengan fenomena ENSO perlu dilakukan untuk mengetahui pola dan distribusi sebaran hotspot di Indonesia sebagai upaya untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang hebat terutama pada kondisi El Nino.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pola distribusi hotspot bulanan di Indonesia dari data MODIS periode 2006 – 2010 serta kaitannya dengan fenomena ENSO, dan menganalisis hubungan antara hotspot dengan curah hujan dari data TRMM di wilayah rawan kebakaran hutan (Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah).

2. METODOLOGI

2.1. Data

Data yang digunakan untuk pemantauan dan pendeteksian titik panas (*hotspot*) adalah Terra/Aqua MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) periode bulan Januari 2006 – Maret 2010. Sedangkan untuk pemantauan curah hujan digunakan data dari satelit TRMM (<http://trmmopen.gsfc.nasa.gov>). Satelit TRMM merupakan misi kerjasama antara NASA dan *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) dalam memantau dan mempelajari curah hujan di wilayah tropik. Resolusi spasial data TRMM

adalah $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Periode data TRMM yang digunakan adalah bulanan dari tahun 2001-2010. Sementara itu, data kondisi El Nino dan La Nina diperoleh dari indeks suhu permukaan laut di wilayah Nino 3.4 dari BOM (Bureau of Meteorology Australia).

2.2. Metode Analisis

Metode Analisis yang digunakan adalah:

- a. Menentukan lokasi dan distribusi hotspot harian menggunakan data Terra/Aqua MODIS dengan memanfaatkan data suhu kenampakan kanal 21 atau 22 (T_4 , $\lambda = 4 \mu\text{m}$) dan kanal 31 (T_{11} , $\lambda = 11 \mu\text{m}$). Adapun kriteria yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Untuk mendeteksi hotspot pada siang hari, apabila memenuhi salahsatu kombinasi berikut ini :

$\{T_4 > \text{mean}(T_4) + 3\text{stddev}(T_4) \text{ atau } T_4 > 330\text{K}\}$ dan $\{T_4 - T_{11} > \text{median}(T_4 - T_{11}) + 3\text{stddev}(T_4 - T_{11}) \text{ atau } T_4 - T_{11} > 25\text{K} \text{ Atau } T_4 > 360\text{K}$

Bila *sunlight* menyebabkan kesalahan dalam pendeteksian maka tidak akan dideteksi sebagai titik panas bila MODIS 250 m channel merah dan inframerah dekatnya memiliki reflektansi diatas 30% dan terletak 40° dari posisi *specular reflection*.

- Untuk mendeteksi hotspot pada malam hari, apabila memenuhi salahsatu kombinasi berikut ini :

$\{T_4 > \text{mean}(T_4) + 3\text{stddev}(T_4) \text{ atau } T_4 > 315\text{K}\}$ dan $\{T_4 - T_{11} > \text{median}(T_4 - T_{11}) + 3\text{stddev}(T_4 - T_{11}) \text{ atau } T_4 - T_{11} > 10\text{K} \text{ Atau } T_4 > 330\text{K}$

dimana:

$T_4 = \text{MODIS } 4 \mu\text{m channel (channel 21 dan 22)}$

$T_{11} = \text{MODIS } 11 \mu\text{m channel (channel 31)}$

Mean, median dan stddev= nilai rata-rata, nilai tengah dan standar deviasi dari nilai suhu sekitarnya (21 x 21 pixel) dari channel 4 μm dan 11 μm . Untuk menghindari kesalahan akibat awan dan air maka digunakan masking awan (MOD 35) dan external masking air.

Disamping itu, penentuan tingkat kepercayaan hotspot untuk setiap pixel dijelaskan juga dalam Giglio *et al* (2003). Hotspot yang digunakan adalah pixel hotspot dengan tingkat kepercayaan lebih besar dari 80 % (tingkat kepercayaan tinggi untuk terjadinya kebakaran hutan).

- b. Analisis data TRMM bulanan periode tahun 2001 – 2010
- c. Analisis timeseries hotspot di wilayah Indonesia, khususnya di 8 Provinsi rawan kebakaran hutan (Provinsi Sumatera Selatan, Riau, Lampung, Jambi, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah).
- d. Analisis regresi dan korelasi antara hotspot dan curah hujan di Riau dan Kalimantan Tengah.

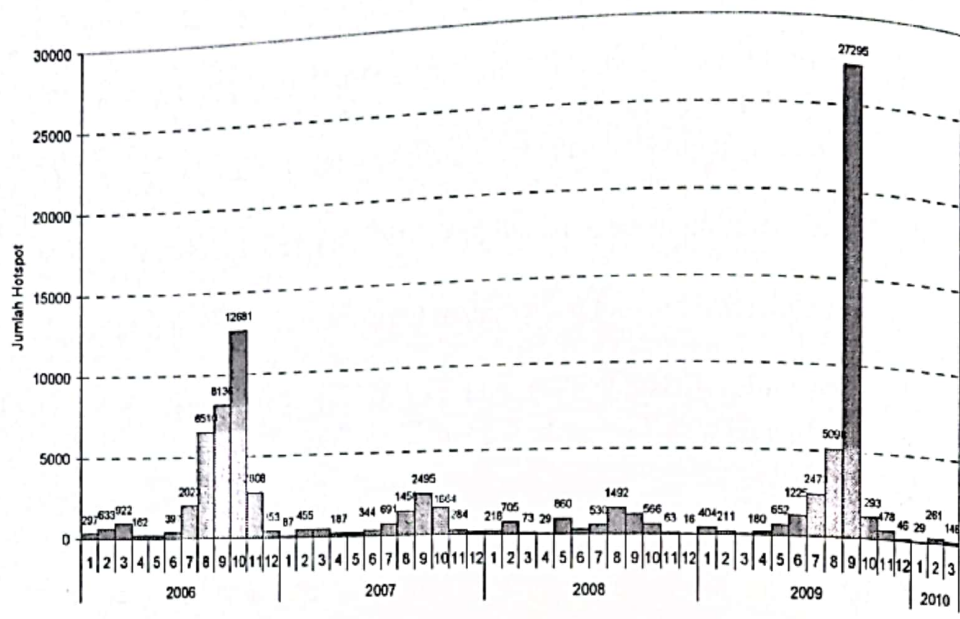
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Hotspot di Wilayah Indonesia

Berdasarkan data hotspot time series periode Januari 2006 – Maret 2010 yang dihasilkan dari data MODIS dapat dijelaskan bahwa akumulasi hotspot tertinggi terjadi pada tahun 2009, yaitu mencapai 39422 hotspot, kemudian pada tahun 2006 sebesar 35134 hotspot. Hotspot tertinggi pada tahun 2009 terjadi pada bulan September yaitu mencapai 27295 titik, sedangkan pada tahun 2006 terjadi pada bulan Oktober sebesar 12681 titik (Gambar 1). Pada Gambar 3.1 juga dapat dijelaskan bahwa umumnya hotspot mulai tinggi

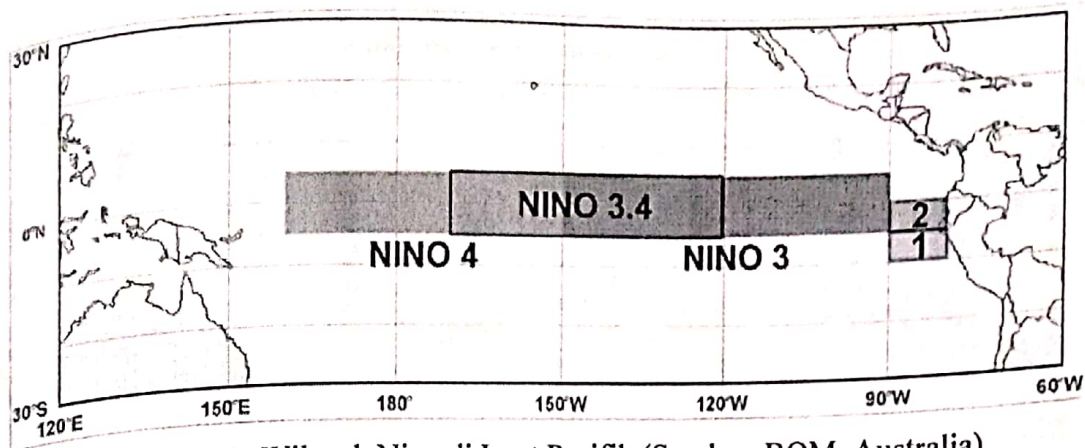
pada musim kemarau yaitu pada bulan Juni hingga Oktober. Kondisi hotspot pada tahun 2010 (Januari – Maret) umumnya relative lebih sedikit dibanding pada tahun 2009 pada periode yang sama.

Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya hotspot pada tahun 2006 dan 2009 adalah adanya kondisi iklim ekstrim El Nino, dimana pada saat El Nino terjadi penurunan curah hujan yang dapat meningkatkan tingkat kekeringan lahan. Kondisi kekeringan lahan yang cukup tinggi dapat memicu terjadinya kebakaran hutan/lahan. Sementara itu pada tahun 2007 dan 2008, kondisi iklim berada dalam kondisi La Nina, dimana pada peningkatan curah hujan sehingga tingkat bahaya kebakaran hutan lebih rendah dibandingkan pada tahun 2006 dan 2009.

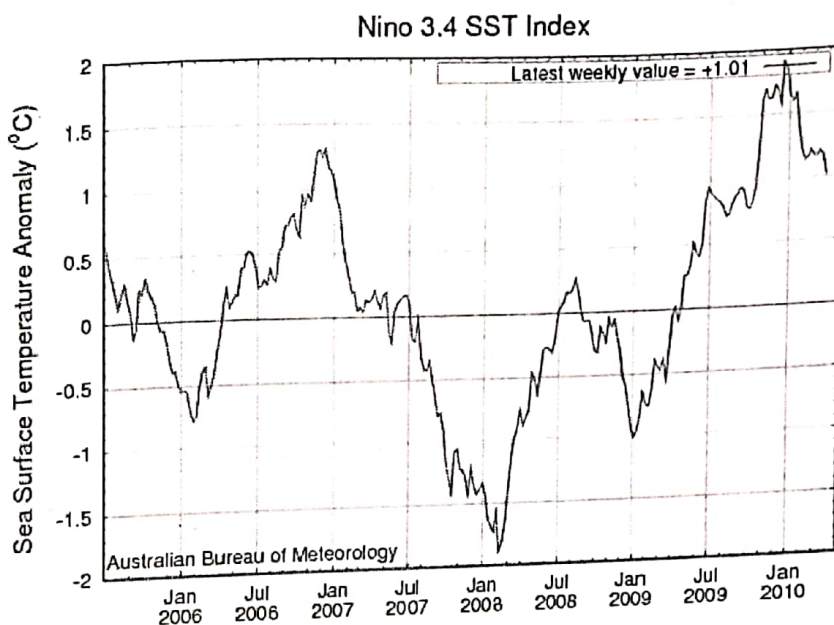


Gambar 3.1. Timeseries hotspot di Indonesia berdasarkan data MODIS periode 2006-2010.

Kondisi iklim ekstrim El Nino dan La Nina dapat dilihat berdasarkan anomali suhu permukaan laut Pasifik Tropik di wilayah Nino 3.4 (5°N – 5°S; 120°W – 170°W) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2. Wilayah Nino 3.4 umumnya lebih dapat mengindikasikan terjadinya ENSO karena cakupan wilayahnya meliputi wilayah Nino 3 dan Nino 4. Anomali suhu permukaan laut dihitung berdasarkan selisih antara suhu rata-rata pada periode waktu yang panjang dengan suhu permukaan laut aktual. Kondisi iklim El Nino diindikasikan terjadi jika anomali suhu permukaan laut positif, sedangkan La Nina terjadi jika anomali suhunya negatif. Indeks suhu permukaan laut di wilayah Nino 3.4 periode 2006 hingga 2010 dari BOM (Australia Bureau of Meteorology) dapat dilihat pada Gambar 3.3, dimana kondisi El Nino terjadi pada periode bulan Agustus 2006 hingga Januari 2007 kemudian berlanjut ke fenomena La Nina hingga sepanjang tahun 2007 hingga Juli 2008. Pada tahun 2009, fenomena El Nino mulai tampak terjadi sekitar bulan Mei hingga berlanjut dan mencapai puncaknya di bulan Januari 2010. Kondisi iklim pada awal 2010 hingga Maret 2010 masih berada dalam kondisi El Nino.



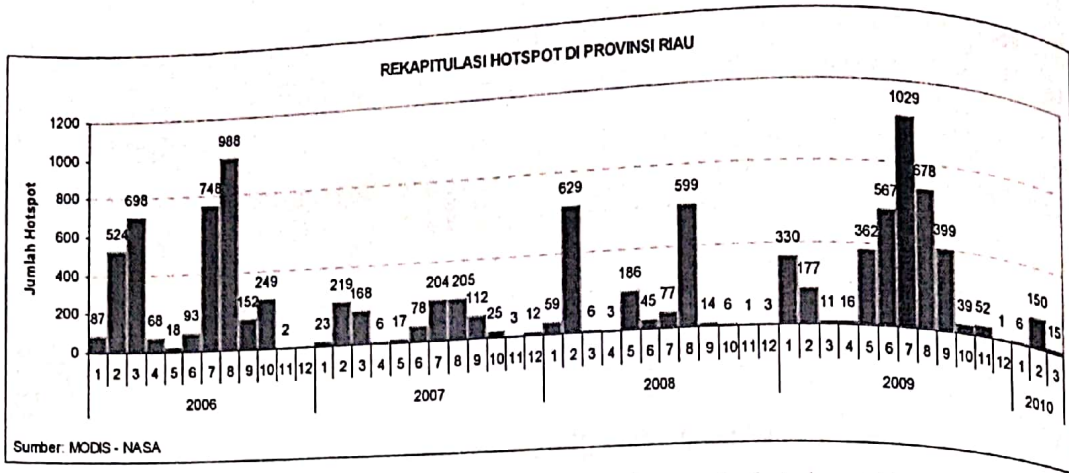
Gambar 3.2. Wilayah Nino di Laut Pasifik (Sumber: BOM, Australia).



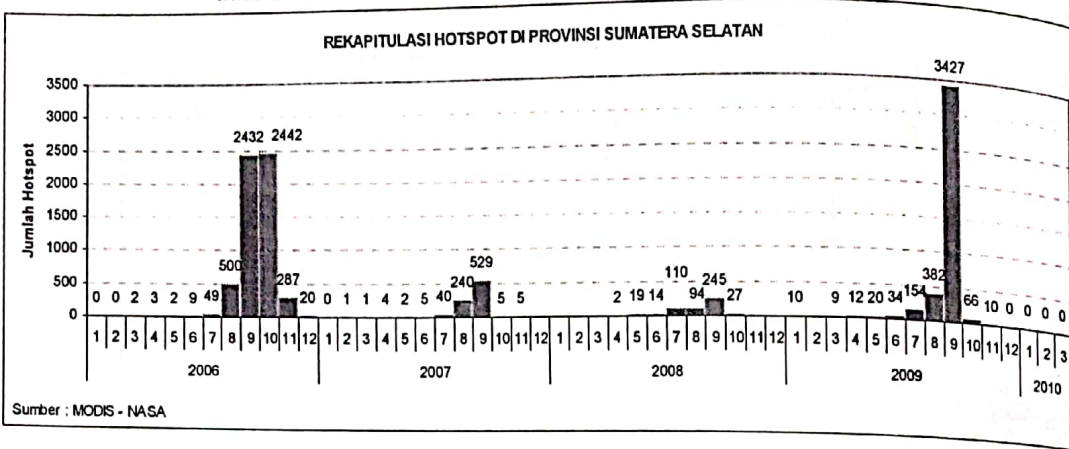
Gambar 3.3. Time series kondisi iklim El Nino dan La nina berdasarkan index anomali suhu permukaan laut Pasifik Tropik di wilayah Nino 3.4 periode 1982 – 2010 (Sumber: BOM Australia).

3.2. Kondisi Hotspot di Sumatera

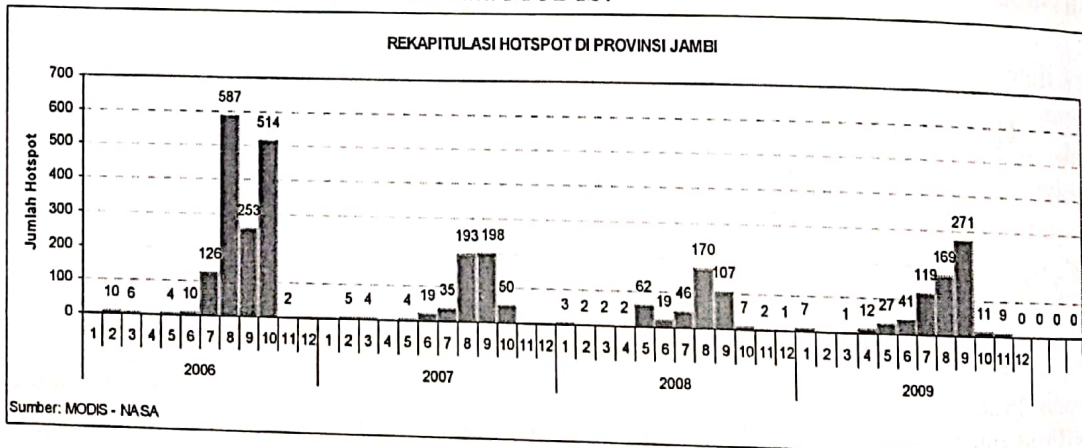
Menurut Departemen Kehutanan, ada 8 provinsi yang rawan kebakaran hutan di Indonesia yaitu Provinsi Sumatera Selatan, Riau, Lampung, Jambi, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah. Secara timeseries dapat dilihat pada Gambar 3.4 bahwa akumulasi hotspot yang tinggi terjadi pada tahun 2006 dan 2009, hal ini salah satunya dipengaruhi oleh adanya fenomena El Nino yang terjadi pada tahun tersebut. Sedangkan pada tahun 2007 dan 2008, kondisi hotspot relatif lebih rendah karena adanya kondisi La Nina pada saat itu. Akumulasi hotspot tertinggi di P. Sumatera periode 2006 – 2010 terdapat di Provinsi Sumatera Selatan sebanyak 3427 hotspot pada bulan September 2009, kemudian di Provinsi Riau sebanyak 1029 hotspot pada bulan Juli 2009, di Provinsi Jambi sebanyak 587 hotspot pada bulan Agustus 2006, dan di Provinsi Lampung sebanyak 376 hotspot pada bulan Oktober 2006. Pada Gambar 3.4-3.7 dapat dilihat bahwa dari ke-4 provinsi rawan kebakaran hutan di P. Sumatera, provinsi yang memiliki sebaran hotspot paling intensif periode tahun 2006 – 2010 adalah Provinsi Riau.



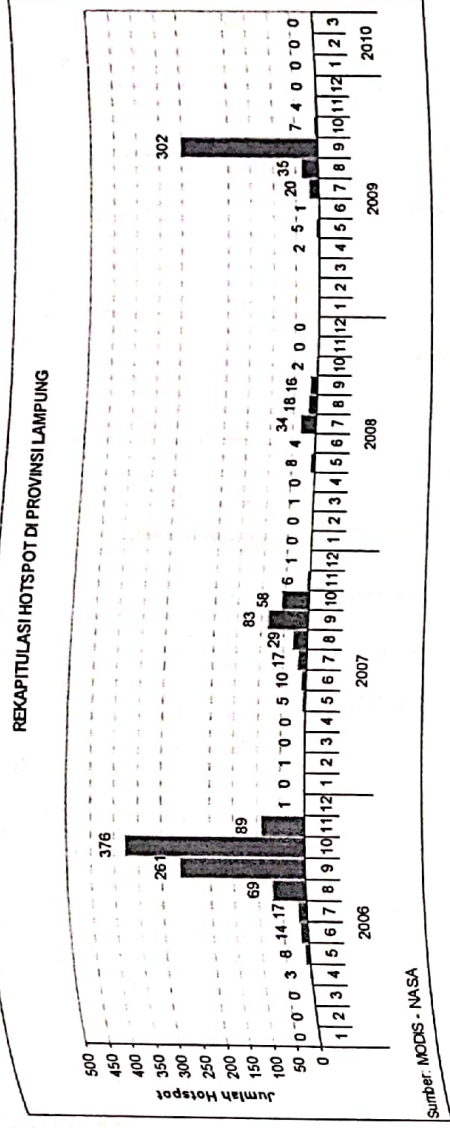
Gambar 3.4. Rekapitulasi hotspot di Provinsi Riau periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.



Gambar 3.5. Rekapitulasi hotspot di Provinsi Sumatera Selatan periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.



Gambar 3.6. Rekapitulasi hotspot di Jambi periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.

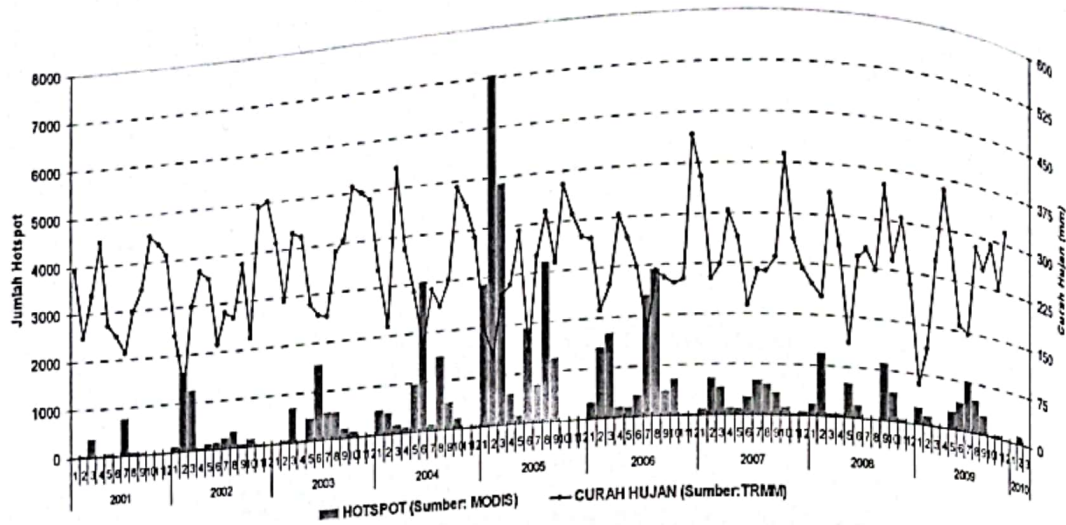


Gambar 3.7. Rekapitulasi hotspot di Provinsi Lampung periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.

Berdasarkan pola distribusinya, hotspot di Provinsi Riau dalam setahun mempunyai 2 puncak tertinggi, yaitu pada bulan Februari / Maret dan bulan Juli / Agustus (Gambar 5). Berkaitan dengan pola curah hujan di Riau yang diperoleh dari data TRMM (2001 – 2009), ternyata di wilayah Riau mempunyai 2 musim kering dalam setahun, yaitu pada bulan Februari/Maret dan Juli/Agustus. Pada Gambar 3.8 dapat dilihat bahwa tingginya hotspot yang terjadi di Riau pada periode Februari/Maret dan Juli/Agustus disebabkan karena rendahnya curah hujan pada saat itu. Tercatat rata-rata curah hujan yang kurang dari 150 mm/bulan dapat menyebabkan tingginya hotspot di wilayah Riau. Selain pengaruh kondisi cuaca yang kering, kebakaran pada Februari/Maret disebabkan oleh praktek pembakaran lahan (faktor manusia). Secara umum, penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Riau disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut (<http://www.riau.go.id/>):

1. Kesadaran semua lapisan masyarakat terhadap bahaya kebakaran masih rendah
2. Belum adanya alternatif penyiapan lahan yang relatif lebih murah dibanding dengan penyiapan lahan dengan cara pembakaran.
3. Organisasi Non Struktural Pusat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan di tingkat Provinsi maupun Satlak Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan di kabupaten/kota bersifat koordinatif belum bekerja secara maksimal dalam kegiatan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan
4. Perambahan hutan yang terjadi di dalam kawasan hutan lindung, kawasan konservasi, Taman Hutan Raya, Taman Nasional maupun hutan produksi.

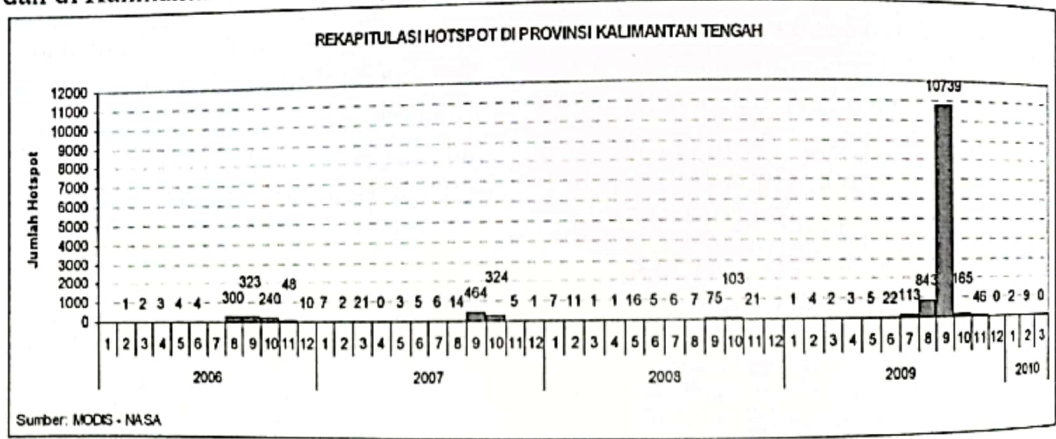
Jumlah Hotspot dan Curah Hujan (Riau)



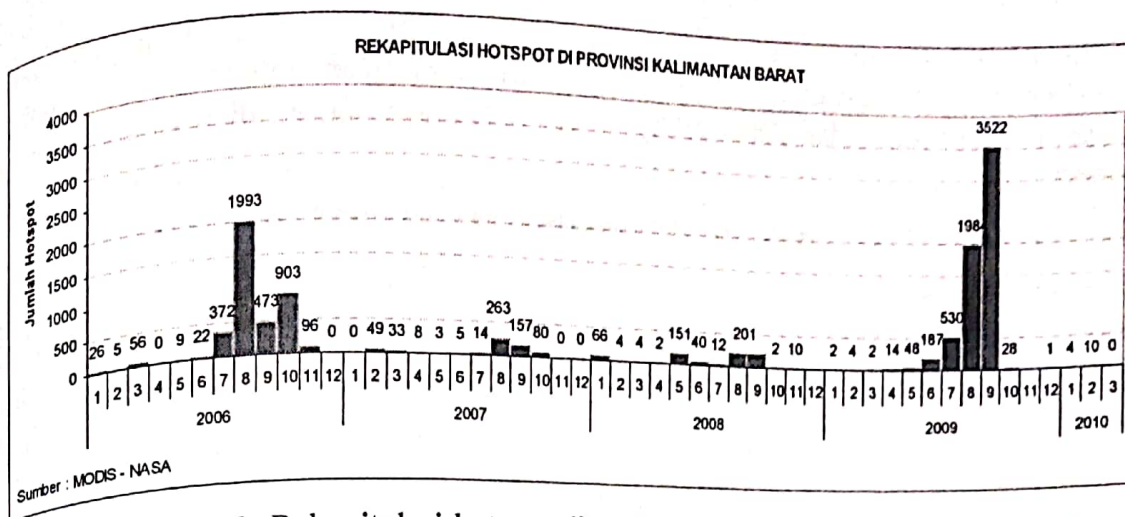
Gambar 3.8. Plot timeseries antara curah hujan (TRMM) dan hotspot (MODIS) periode 2001 -2009 di Provinsi Riau.

3.3. Kondisi Hotspot di Kalimantan

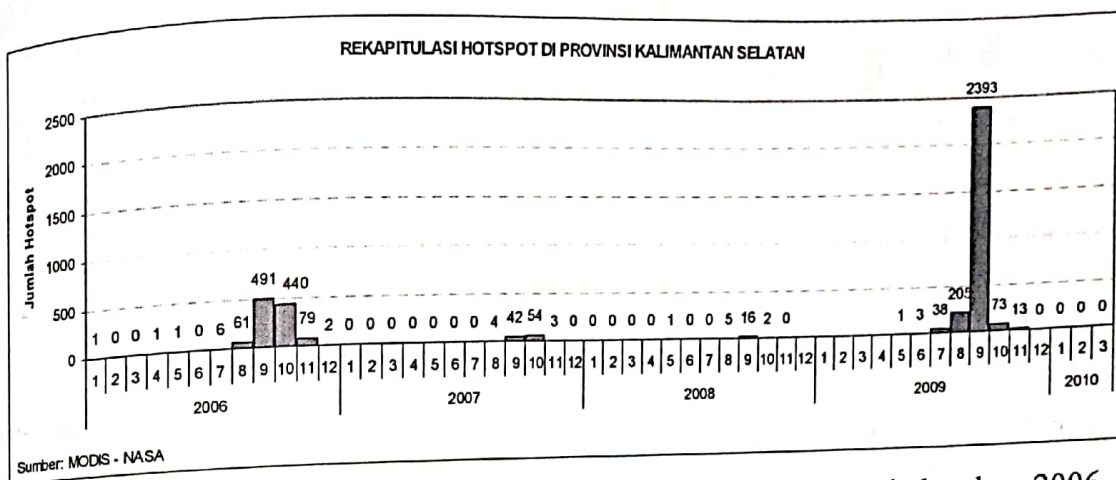
Kondisi hotspot di Kalimantan periode 2006 – 2010 memiliki jumlah yang tinggi pada tahun 2006 dan 2009, dimana terjadi fenomena El Nino pada saat itu. Sedangkan pada kondisi La Nina tahun 2007 dan 2008, akumulasi hotspot di Kalimantan relatif rendah. Akumulasi hotspot tertinggi di Kalimantan terjadi pada bulan September 2009, yaitu di Provinsi Kalimantan Tengah yaitu sebanyak 10739 hotspot, kemudian di Kalimantan Selatan sebanyak 2393 hotspot, di Kalimantan Barat sebanyak 2522 hotspot, dan di Kalimantan Timur sebanyak 2176 hotspot (Gambar 3.9-3.12).



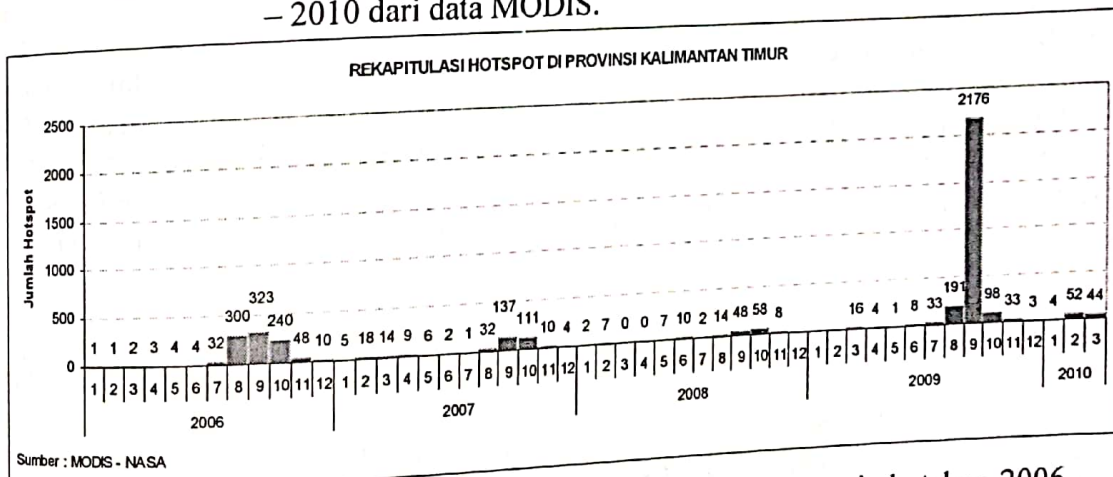
Gambar 3.9. Rekapitulasi hotspot di Kalimantan Tengah periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.



Gambar 3.10. Rekapitulasi hotspot di Kalimantan Barat periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.



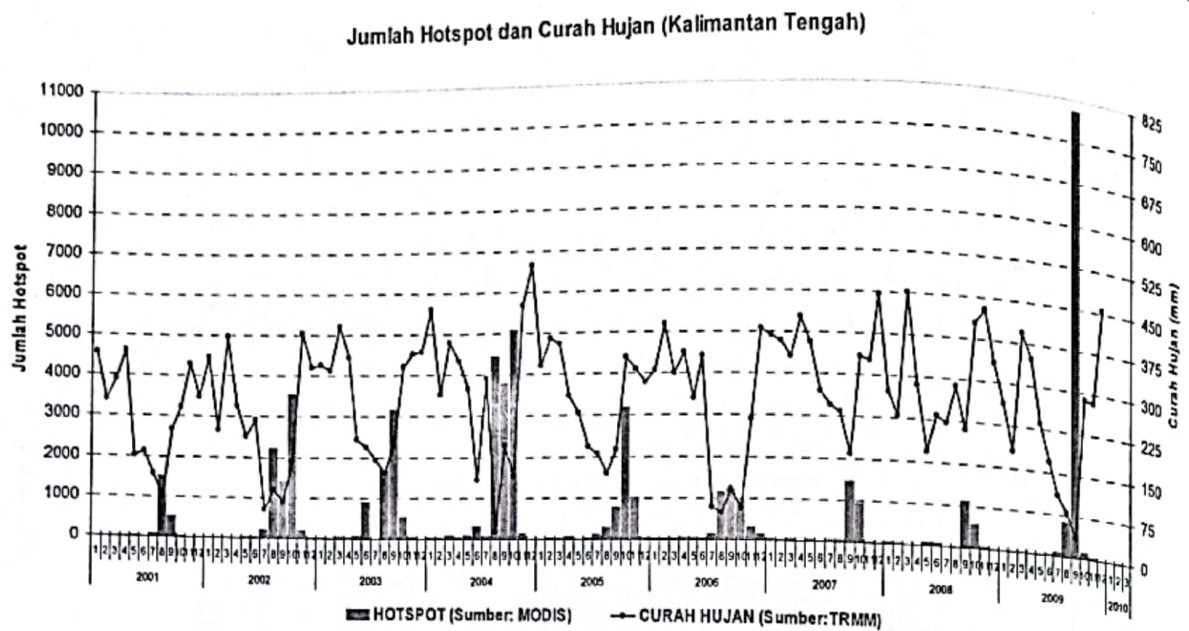
Gambar 3.11. Rekapitulasi hotspot di Kalimantan Selatan periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.



Gambar 3.12. Rekapitulasi hotspot di Kalimantan Timur periode tahun 2006 – 2010 dari data MODIS.

Berdasarkan pola distribusinya, hotspot di Provinsi Kalimantan Tengah dalam setahun mempunyai 1 puncak tertinggi, yaitu pada bulan Agustus/September. Berkaitan dengan pola curah hujan di Kalimantan Tengah yang diperoleh dari data TRMM (2001 – 2009), ternyata di wilayah Kalimantan Tengah mempunyai 1 puncak musim kering dalam setahun, yaitu pada bulan Agustus/September. Pada Gambar 3.13 dapat dilihat bahwa

tingginya hotspot yang terjadi di Kalimantan Tengah pada periode Agustus/September disebabkan karena rendahnya curah hujan pada saat itu. Tercatat rata-rata curah hujan yang kurang dari 150 mm/bulan dapat menyebabkan tingginya hotspot di wilayah Kalimantan Tengah.



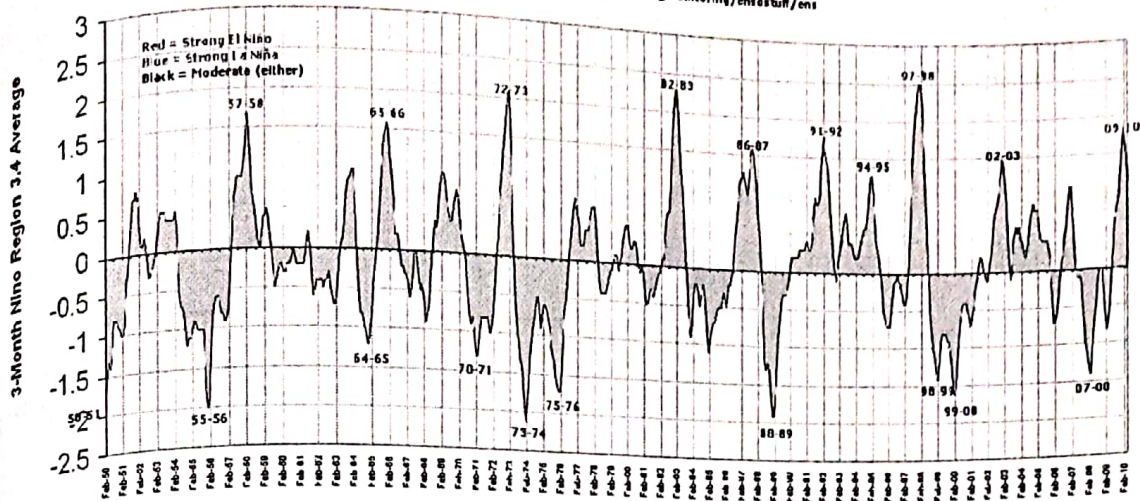
Gambar 3.13. Plot timeseries antara curah hujan (TRMM) dan hotspot (MODIS) periode 2001 -2009 di Provinsi Kalimantan Tengah.

3.4. Korelasi antara Hotspot dan Curah Hujan

Dalam penelitian ini analisis pertama yang dilakukan untuk mengkorelasikan antara hotspot dan curah hujan di Indonesia adalah memilih periode data berdasarkan intensitas ENSO dari lemah hingga kuat. Intensitas Elnino dapat diketahui berdasarkan Indeks ONI (The Oceanic Niño Index) di wilayah Nino3.4 yang dikeluarkan oleh NOAA. Kondisi ENSO terjadi jika sedikitnya 5 bulan terjadi anomali suhu positif $\geq 0.5^{\circ} \text{C}$ (El Niño) atau anomali suhu negative ≤ -0.5 (La Niña). Nilai threshold tersebut dibagi menjadi Lemah/Weak (anomali suhu 0.5 - 0.9), Sedang/Moderate (anomali suhu 1.0 - 1.4) dan Kuat/Strong (anomali suhu ≥ 1.5). Indeks ONI dan intensitas ENSO periode tahun 1950 - 2010 setiap 3 bulan dapat dilihat pada Gambar 3.14. Selanjutnya berdasarkan Indeks ONI, maka pada periode 2001 - 2010 dapat diklasifikasikan kondisi ENSO seperti Tabel 1.

Oceanic Niño Index (ONI)

http://www.cpc.noa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/oni



Gambar 3.14. Time series indeks Niño3.4 periode 1989 – 2010. Grafik berwarna biru menunjukkan kondisi La Nina, sedangkan grafik berwarna merah menunjukkan kondisi El Nino (Sumber: NOAA <http://ggweather.com/enso/oni.htm>).

Tabel 1. Intensitas ENSO berdasarkan indeks ONI

Kejadian	Intensitas ENSO
EL Nino 2002	Sedang
EL Nino 2004	Lemah
EL Nino 2006	Lemah
EL Nino 2009	Kuat

Analisis selanjutnya adalah analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh curah hujan terhadap jumlah hotspot. Data yang digunakan adalah data hotspot dari MODIS dan curah hujan dari TRMM periode 2001 – 2009 di wilayah Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah. Analisis regresi yang dilakukan adalah analisis regresi linier sederhana ($y = a + bx$) dimana peubah bebas (x) adalah curah hujan sedangkan peubah terikat (y) adalah jumlah hotspot. Koefisien korelasi dapat diperoleh dengan formula sebagai berikut:

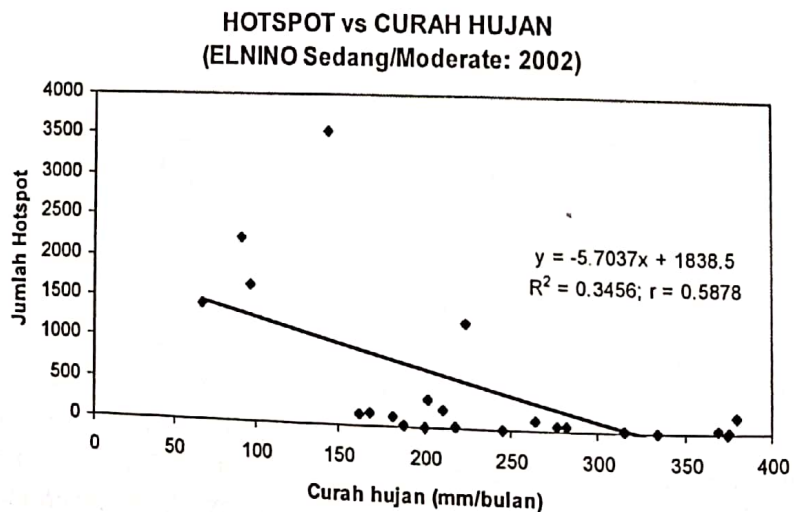
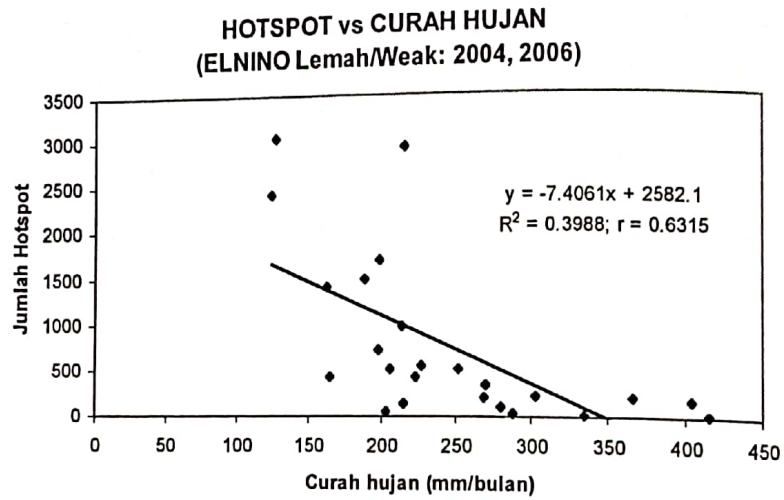
$$\rho_{x,y} = \text{Cov}(x,y) / (\sigma_x, \sigma_y) \dots\dots\dots(3.1)$$

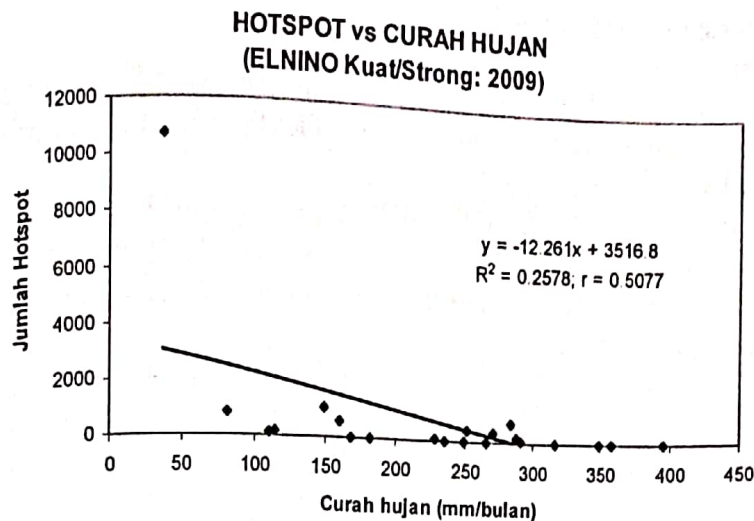
$$-1 \leq \rho_{x,y} \leq 1, \text{ dan } \text{Cov}(x,y) = 1/n \sum_{i=1}^n [x_i - \mu_x] [y_i - \mu_y],$$

dimana:
 x = data suhu kecerahan,

y = data curah hujan,
 ρ = koefisien korelasi (atau biasa ditulis dalam notasi huruf kecil r),
 n = jumlah data,
 i = data ke-
 $\mu_x \mu_y$ = nilai rata-rata (mean) dari x dan y .

Pada Gambar 3.15 dapat dilihat bahwa korelasi hotspot dan curah hujan pada saat kondisi El Nino lemah (tahun 2004, 2006), adalah sekitar 0.63, sedangkan pada saat El Nino sedang (tahun 2002) sekitar 0.6, dan pada El Nino kuat sekitar 0.5. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa curah hujan bukan faktor utama yang menyebabkan tinggi atau rendahnya hotspot di suatu lokasi. Ada faktor utama yang berpengaruh terhadap jumlah hotspot di suatu daerah yaitu praktek pembakaran lahan (faktor manusia). Faktor tersebut merupakan penyebab utama kebakaran yang terjadi setiap tahunnya





Gambar 3.15. Korelasi antara curah hujan (TRMM) dan hotspot (MODIS) periode 2001 -2009 di Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hotspot time series periode Januari 2006 – Maret 2010 yang dihasilkan dari data MODIS dapat dijelaskan bahwa akumulasi hotspot tertinggi terjadi pada tahun 2009, yaitu mencapai 39.422 hotspot, kemudian pada tahun 2006 sebesar 35.134 hotspot. Fenomena El Nino yang terjadi pada tahun 2006 dan 2009 menjadi salah satu penyebab tingginya hotspot di wilayah Indonesia.

Dari ke-8 provinsi yang rawan kebakaran hutan di Indonesia (Sumatera Selatan, Riau, Lampung, Jambi, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah), provinsi yang mempunyai hotspot tertinggi adalah Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah. Akumulasi hotspot tertinggi di Provinsi Riau terjadi pada bulan Februari / Maret dan bulan Juli / Agustus, sedangkan di Kalimantan Tengah terjadi pada bulan Agustus/September.

Curah hujan bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan tinggi atau rendahnya hotspot di suatu lokasi. Dari hasil analisis regresi dan korelasi di Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah, curah hujan hanya berpengaruh sekitar 50 – 63 % terhadap jumlah hotspot. Faktor utama yang berpengaruh terhadap jumlah hotspot di suatu daerah yaitu praktek pembakaran lahan (faktor manusia). Faktor tersebut merupakan penyebab utama kebakaran yang terjadi setiap tahunnya.

DAFTAR RUJUKAN

- BOM, Australia. <http://www.bom.gov.au/climate/enso/>
Chokngamwong, R., and L.S. Chiu, 2008, Thailand Daily Rainfall and Comparison with TRMM Products, Journal of Hydrometeorology, Volume 9, Issue 2 (April 2008) pp. 256-266
FAO, 2001, State of the World's Forests: 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
Giglio, L., J. Descloitres, C.O. Justice, and Y. Kaufman, 2003, An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. Remote Sensing of Environment, 87, 273-282.
<http://trmmopen.gsfc.nasa.gov>

<http://ggweather.com/enso/oni.htm>

<http://www.riau.go.id>

Ichikawa and Yasunari, 2006, Time-Space Characteristics of Diurnal Rainfall over Borneo and Surrounding Oceans as Observed by TRMM-PR, Journal of Climate: 19: 1238-1260, AMS. Allen Press, Inc.

NASA/University of Maryland, 2002, MODIS Active Fire Detections. Data set. MODIS Rapid Response Project, NASA/GSFC[producer], University of Maryland, Fire Information for Resource Management System [distributors], Available on-line in <http://maps.geog.umd.edu>.

Nicholson, S.E., B. Some, J. McCollum, E. Nelkin, D. Klotter, Y. Berte, B. M. Diallo, I. Gaye, G. Kpabebe, O. Ndiaye, J. N. Noukpozoukou, M. M. Tanu, A. Thiam, A. A. Toure, A. K. Traore, 2003, Validation of TRMM and Other Rainfall Estimates with a High-Density Gauge Dataset for West Africa, Part II: Validation of TRMM Rainfall Products, Journal of Applied Meteorology, Volume 42, Issue 10 (October 2003) pp. 1355-1368

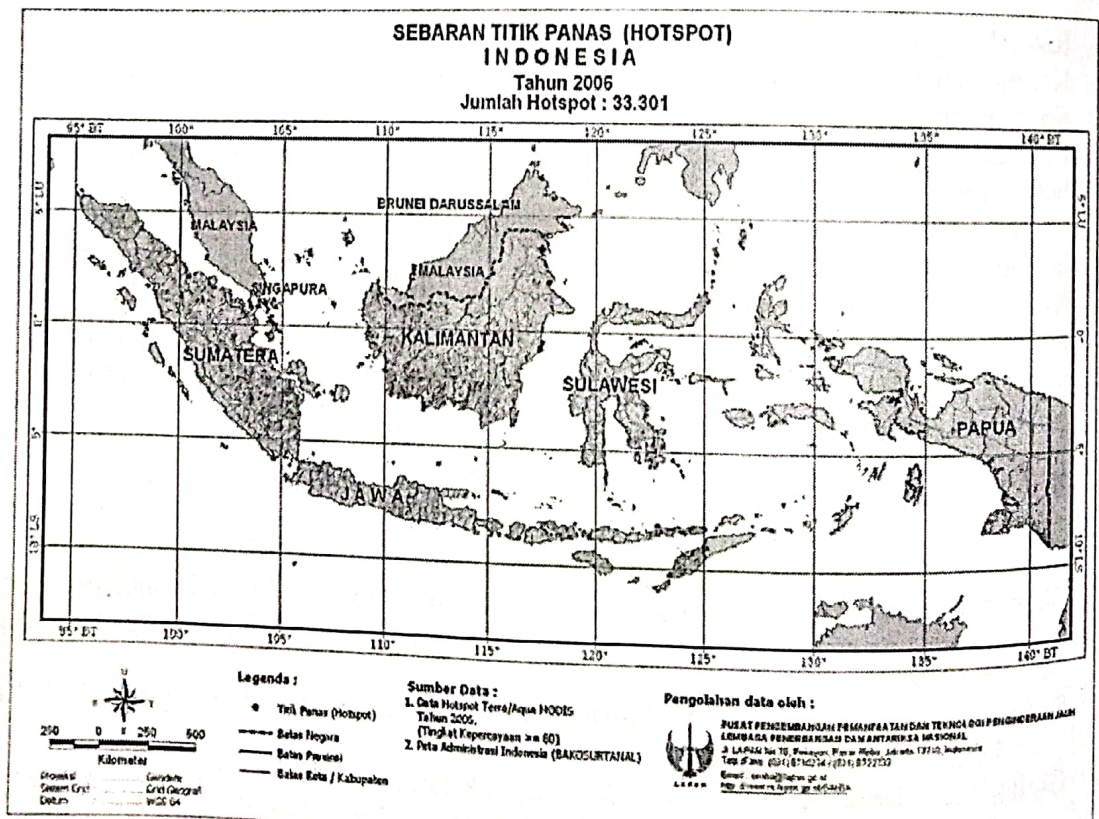
Roswintiarti O, Parwati, dan A. Zubaedah, 2009, Pemanfaatan Data TRMM dalam Mendukung Pemantauan dan Prediksi Curah Hujan di Indonesia, Majalah Berita Inderaja, Vol VIII. No. 14. LAPAN.

Rowel, A. dan Moore, P.F., 2001, Global Review of Forest Fires, WWF, IUCN, Gland.

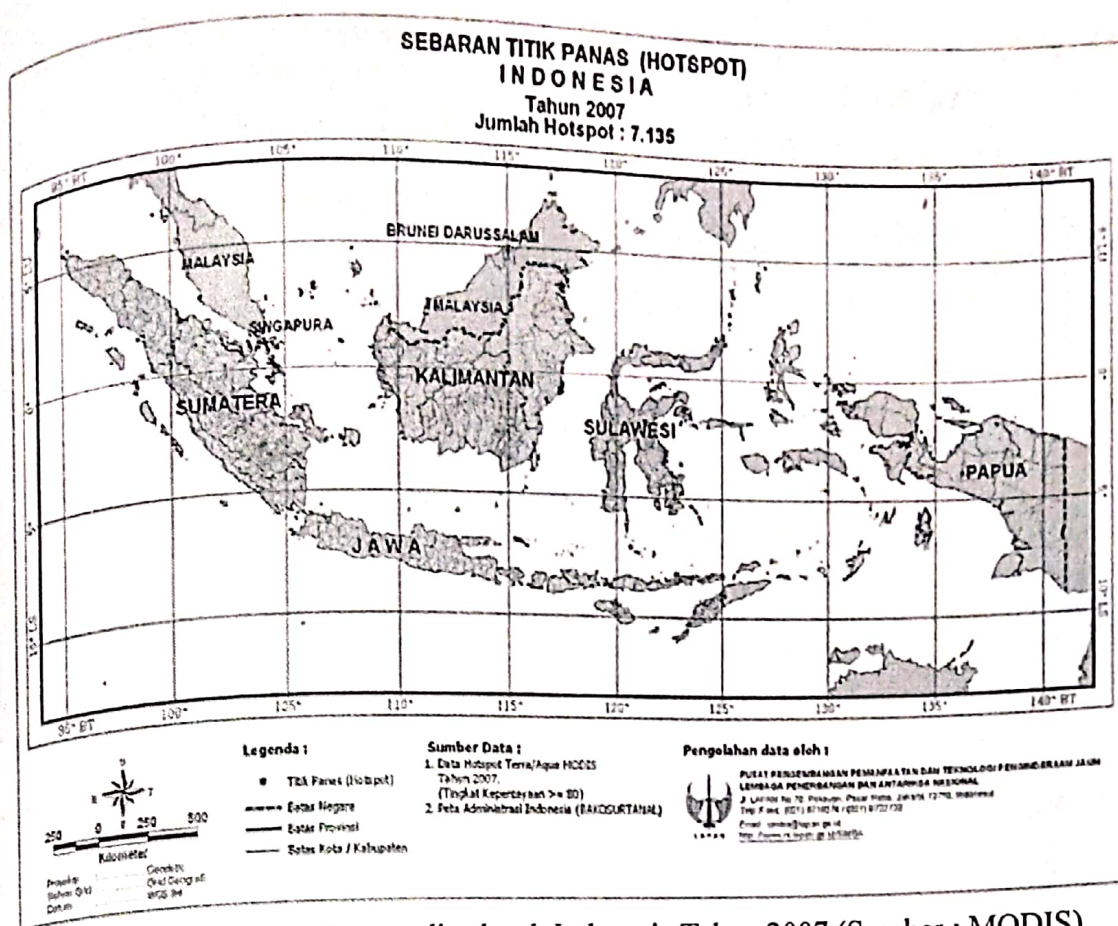
Tacconi, L, 2003, Kebakaran Hutan di Indonesia, Penyebab, Biaya dan Implikasi Kebijakan, Center for International Forestry Research, Occasional Paper No. 38(i).

Van der Werf, 2009, Human role in Indonesian polluting forest fires, Majalah Nature Geoscience (22 February 2009).

LAMPIRAN



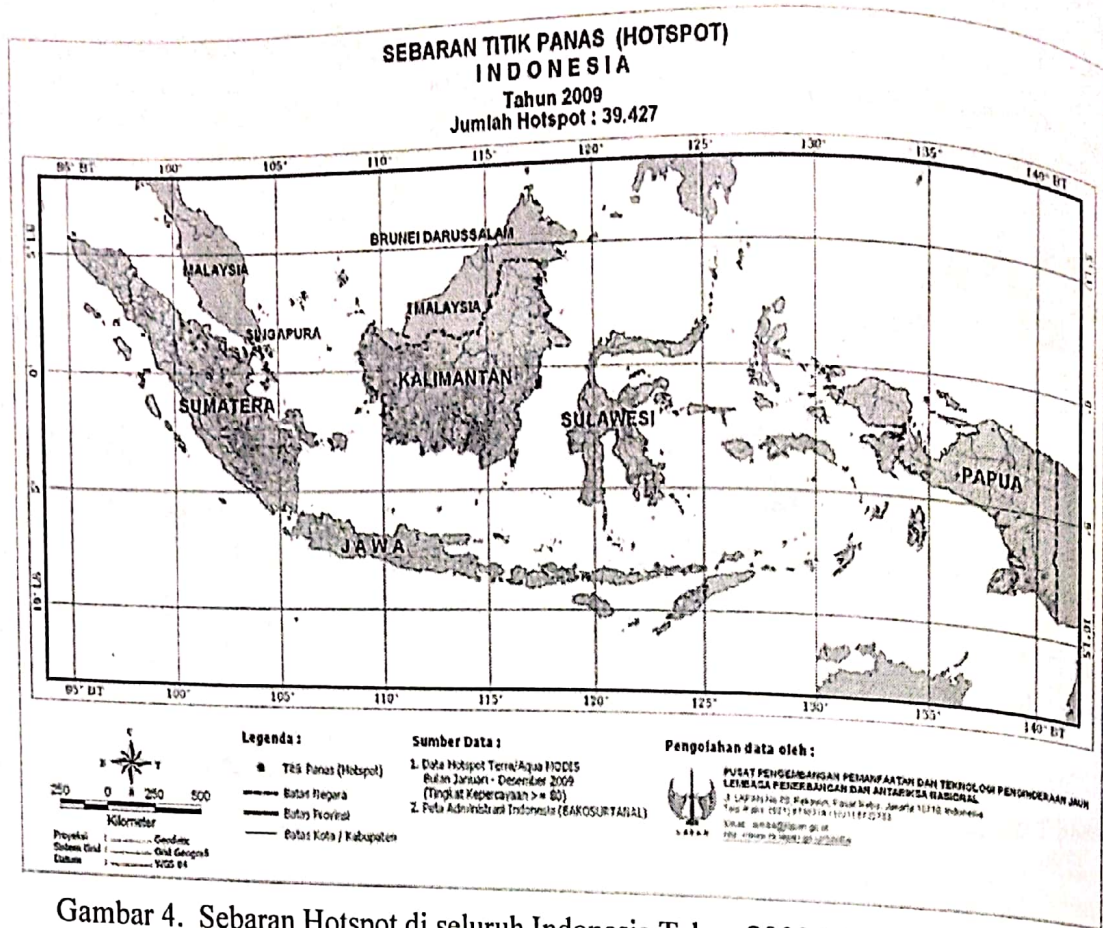
Gambar 1. Sebaran Hotspot di seluruh Indonesia Tahun 2006 (Sumber : MODIS)



Gambar 2. Sebaran Hotspot di seluruh Indonesia Tahun 2007 (Sumber : MODIS)



Gambar 3. Sebaran Hotspot di seluruh Indonesia Tahun 2008 (Sumber : MODIS)



Gambar 4. Sebaran Hotspot di seluruh Indonesia Tahun 2009 (Sumber : MODIS).