

# **DETEKSI DAERAH BEKAS KEBAKARAN HUTAN/LAHAN (BURNED AREA) MENGUNAKAN CITRA PENGINDERAAN JAUH**

## **Suatu Tinjauan**

Suwarsono

### **Abstract**

Forest / land fires are a natural phenomenon that is potentially catastrophic in some parts of Indonesia, especially in Sumatra and Kalimantan. Be a challenge for science and technology of remote sensing to contribute to this disaster. This paper focuses on the study of the utilization of remote sensing to detect the burned area. This paper takes from various sources of research results related to the detection of burned area by using remote sensing has ever done before. The study concluded that remote sensing imagery can be used to detect burned area. Burned area detection methods that can be used is the detection of changes in pixel value (change detection), which includes the change in vegetation index values, changes in the fires index values and changes in the reflectance value. Vegetation index and fires index has been extensively used in succession is NBR and NDVI. In this case, to detect burned areas, an analysis of image change detection using multiple dates (multitemporal) in the period prior to burning (pre-fire) and after burning (post-fire) based on the values of the vegetation index, fires index, and the reflectance.

**Key words:** Forest/land fires, burned area, remote sensing imagery

### **Abstrak**

Kebakaran hutan/lahan merupakan sebuah fenomena alam yang berpotensi menimbulkan bencana di beberapa wilayah Indonesia, terutama sekali di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Menjadi tantangan bagi iptek penginderaan jauh untuk memberikan kontribusi dalam penanggulangan bencana ini. Tulisan ini memfokuskan diri pada kajian pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendeteksi daerah-daerah bekas kebakaran hutan/lahan (*burned area*). Tulisan ini mengambil dari berbagai sumber hasil-hasil riset penginderaan jauh terkait dengan pendeteksian *burned area* yang pernah dilakukan sebelumnya. Hasil kajian menyimpulkan bahwa citra penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi daerah-daerah bekas kebakaran hutan/lahan. Metode pendeteksian *burned area* yang dapat dipergunakan adalah deteksi perubahan nilai piksel (*change detection*), yang meliputi perubahan nilai indeks vegetasi, perubahan nilai indeks kebakaran dan perubahan nilai pantulan. Indeks vegetasi dan indeks kebakaran yang telah dipergunakan secara meluas berturut-turut adalah NBR dan NDVI. Dalam hal ini, untuk mendeteksi *burned area*, dilakukan analisis deteksi perubahan dengan menggunakan citra beberapa tanggal (multitemporal) pada periode sebelum terbakar (*pre-fire*) dan setelah terbakar (*post-fire*) berdasarkan nilai-nilai indeks vegetasi, indeks kebakaran, dan nilai pantulan.

**Kata kunci:** Kebakaran hutan/lahan, burned area, citra penginderaan jauh

## I. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan/lahan merupakan sebuah fenomena alam yang berpotensi menimbulkan bencana di beberapa wilayah Indonesia, terutama sekali di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Kebakaran hutan/lahan umumnya terjadi pada musim kemarau yang berlangsung sekitar bulan April hingga Oktober di setiap tahunnya. Secara umum, intensitas kebakaran hutan/lahan ini akan mengalami peningkatan yang sangat berarti pada kondisi cuaca yang ekstrim kering, yaitu bersamaan dengan adanya peristiwa ENSO (*El Nino South Oscillation*) atau lebih dikenal dengan istilah El Nino, seperti yang pernah terjadi di Indonesia pada periode 1997, 2002, 2004 dan 2006 (Adiningsih et al., 2008).

Kebakaran hutan/lahan akan berdampak pada gangguan terhadap fungsi-fungsi ekologis dari ekosistem (Riano et al. 2007). Kebakaran hutan/lahan mampu menghanguskan sebagian atau keseluruhan tutupan vegetasi di permukaan lahan sehingga akan mengubah komposisi vegetasi pasca kebakaran (Epting & Verbyla, 2005). Kebakaran hutan/lahan merupakan suatu komponen alami yang mempengaruhi siklus perubahan vegetasi (Capitaino & Carcaillet, 2008). Lebih lanjut, kebakaran hutan/lahan berpotensi meningkatkan proses-proses degradasi lahan, seperti proses erosi tanah (Chafer, 2008). Dampak yang saat ini menjadi isu global adalah kebakaran hutan/lahan merupakan pemberi kontribusi utama terhadap emisi gas rumah kaca (Badarinath et al., 2004, 2009ab).

Memperhatikan dampak-dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran hutan/lahan ini, maka perlu ada upaya dalam penanggulangannya. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (sebelumnya bernama Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana) memasukkan kebakaran hutan/lahan sebagai salahsatu tipe bencana di Indonesia yang perlu ditangani (Bakornas PB, 2007). Dalam penanggulangan bencana kebakaran hutan/lahan, peranan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) sangat diperlukan. Salahsatu bentuk Iptek yang dapat dimanfaatkan dalam mendukung upaya penanggulangan bencana kebakaran hutan/lahan adalah Penginderaan Jauh. Dalam sekup ini, penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan titik panas (*fire hotspot*)-sebagai pendukung sistem peringatan dini (*early warning system*), sebaran asap kebakaran (*smoke dispersion*)-sebagai langkah tanggap darurat pada saat terjadi kebakaran, maupun untuk deteksi daerah-daerah bekas kebakaran (*burned area*)-sebagai pendukung upaya rekonstruksi maupun rehabilitasi lahan pasca kebakaran.

Tulisan ini memfokuskan diri pada kajian pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendeteksi daerah-daerah bekas kebakaran hutan/lahan (*burned area*). Tulisan ini mengambil dari berbagai sumber hasil-hasil riset penginderaan jauh terkait dengan pendeteksian *burned area* yang pernah dilakukan di Indonesia.

## II. METODE DETEKSI BURNED AREA

Inti dari permasalahan yang akan dibahas adalah : Bagaimanakah cara mendeteksi daerah-daerah hutan/lahan yang sudah mengalami kebakaran dengan menggunakan citra penginderaan jauh?

Setidaknya, terdapat 3 (tiga) pendekatan utama yang telah digunakan dalam banyak penelitian dalam melakukan deteksi *burned area* dengan menggunakan citra satelit, terutama citra sistem optis. Ketiga pendekatan tersebut adalah: Pendekatan deteksi perubahan nilai piksel (*change detection*), yang meliputi perubahan nilai indeks vegetasi, perubahan nilai indeks kebakaran dan perubahan nilai pantulan. Jadi dalam hal ini, untuk mendeteksi *burned area*, kita melakukan analisis deteksi perubahan dengan menggunakan citra beberapa tanggal (*multitemporal*), minimal dua tanggal pada periode sebelum terbakar (*pre-fire*) dan setelah terbakar (*post-fire*) berdasarkan nilai-nilai indeks vegetasi, indeks kebakaran, dan nilai pantulan.

## 2.1. Deteksi *Burned Area* berdasarkan perubahan nilai indeks-vegetasi

Variabel indeks vegetasi yang terkenal dan telah dipergunakan secara luas untuk mendeteksi *burned area* adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Beberapa peneliti yang menggunakan variabel ini antara lain Martin & Chuvieco (1995), Fraser et al. (2003), Roy et al. (1999), Fraser et al. (2000), Goetz et al. (2006), Li et al. (2000), Kasischke & French (1995), Lloret et al. (2002), Salvador et al. (2000 dan Suwarsono et al. (2009). Jenis citra penginderaan jauh yang dipergunakan umumnya memiliki resolusi rendah hingga menengah, seperti NOAA/AVHRR maupun Terra/Aqua MODIS. Secara konseptual, *burned area* dapat diidentifikasi dengan melihat adanya penurunan nilai NDVI yang cukup drastis pada saat setelah terbakar. NDVI dapat diekstraksi dari nilai panjang gelombang kanal NIR dan merah (*Red*). Rumusan untuk memperolehnya yaitu (Rouse et al., 1974) :

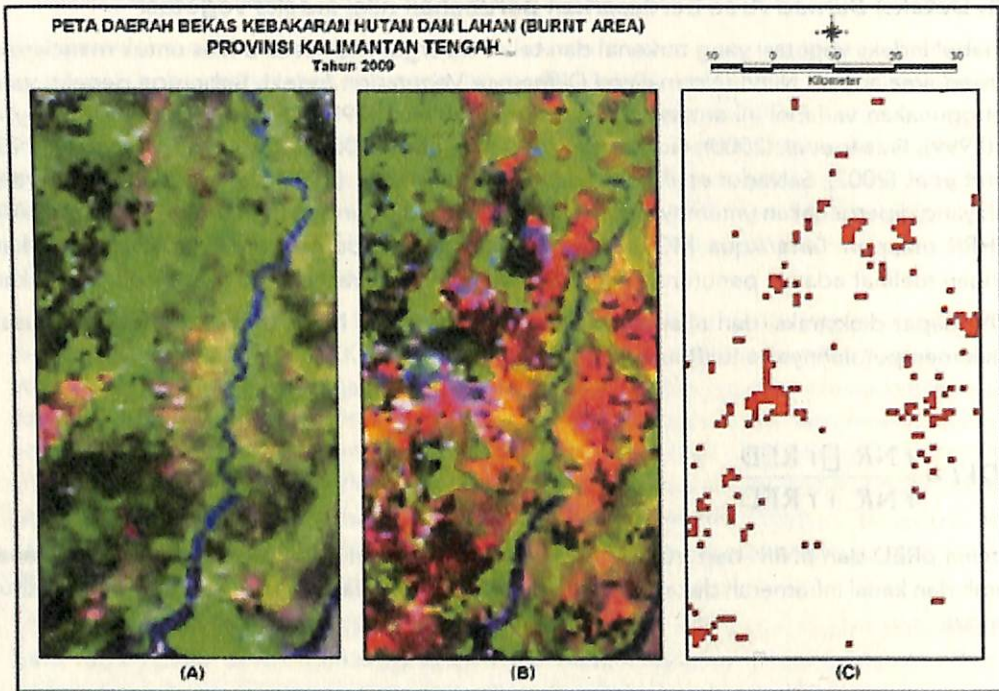
$$NDVI = \frac{\rho_{NR} - \rho_{RED}}{\rho_{NR} + \rho_{RED}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana  $\rho_{RED}$  dan  $\rho_{NIR}$  berturut-turut adalah nilai pantulan dari panjang gelombang kanal merah dan kanal inframerah dekat. Apabila diaplikasikan pada citra MODIS, rumusan tersebut menjadi:

$$NDVI = \frac{B2 - B1}{B2 + B1} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana B1 dan B2 berturut-turut adalah nilai pantulan dari kanal 1 (0,620 – 0,670  $\mu\text{m}$ ) dan kanal 2 (0,841 – 0,876  $\mu\text{m}$ ).

Gambar 1 memperlihatkan hasil pendeteksian *burned area* di sebagian wilayah Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah dari citra MODIS yang dilakukan oleh Suwarsono et al. (2009). Gambar A, B dan C berturut-turut menunjukkan citra pada periode sebelum kebakaran (Juli 2009), setelah kebakaran (Oktober 2009) dan hasil pendeteksian *burned area*. Dari citra, tampak dengan jelas perubahan secara drastis dari lahan yang sebelumnya memiliki tingkat kehijauan yang tinggi menjadi lahan-lahan terbuka bekas terbakar. Berdasarkan hasil analisis, rerata penurunan nilai NDVI yang terjadi pada *burned area* pada wilayah tersebut adalah sekitar 0,21.



Gambar 1. Hasil pendeteksian *burned area* di sebagian wilayah Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah dari citra MODIS. Gambar A, B dan C berturut-turut menunjukkan citra pada periode sebelum kebakaran (Juli 2009), setelah kebakaran (Oktober 2009) dan hasil pendeteksian *burned area*. Sumber (Suwarsono et al., 2009).

## 2.2. Deteksi *Burned Area* berdasarkan perubahan nilai indeks kebakaran

Variabel indeks kebakaran yang terkenal dan telah dipergunakan secara luas untuk mendeteksi *burned area* adalah NBR (*Normalized Burn Ratio*). Jenis citra penginderaan jauh yang dipergunakan umumnya memiliki resolusi tinggi, terutama sekali jenis Landsat. Secara konseptual, *burned area* dapat diidentifikasi dengan melihat adanya penurunan nilai NBR yang cukup drastis pada saat setelah terbakar.

Nilai NBR merupakan indeks yang sudah sering dipergunakan oleh banyak peneliti untuk deteksi *burned area* (Suwarsono et al., 2013; Suwarsono et al., 2011; Key and Benson, 2002; Epting et al., 2005; Cocke et al., 2005; Wagtendonk et al., 2004; Eidensink et al., 2007; Brewer et al., 2005). Model ini sudah digunakan secara meluas di Amerika Serikat dengan menggunakan citra Landsat. Penggunaannya dengan citra MODIS di wilayah Kalimantan menunjukkan bahwa indeks ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan indeks vegetasi (NDVI) (Suwarsono et al., 2013).

NBR dapat diekstraksi dari nilai panjang gelombang kanal inframerah dekat dan kanal inframerah SWIR (*Short Wave Infra Red*). Rumusan untuk memperolehnya yaitu (Key and Benson, 2002) :

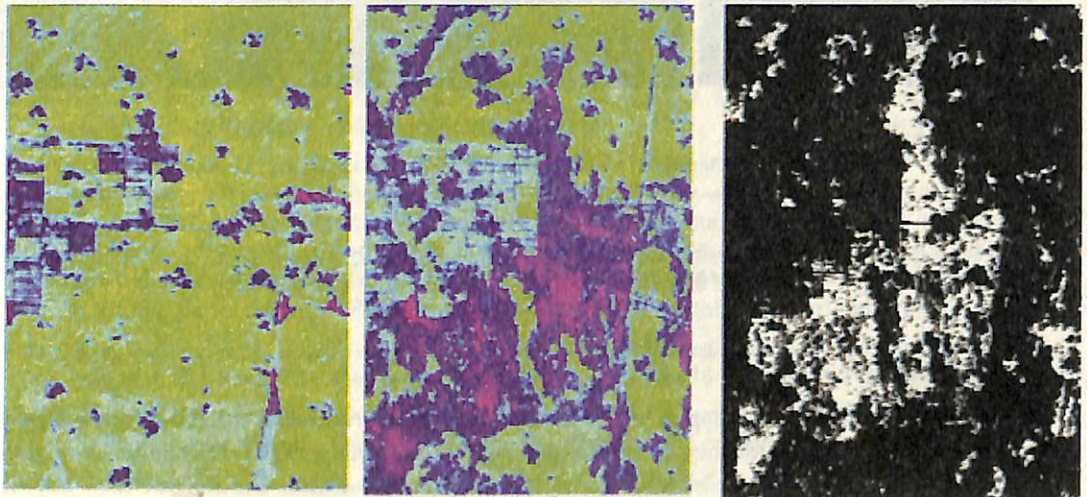


$$NBR = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana  $\rho_{NIR}$  dan  $\rho_{SWIR}$  berturut-turut adalah nilai pantulan dari panjang gelombang kanal inframerah dekat dan kanal inframerah SWIR. Apabila diaplikasikan pada citra Landsat-7 ETM+, rumusan tersebut menjadi:

$$NBR = \frac{B7 - B4}{B7 + B4} \dots\dots\dots (4)$$

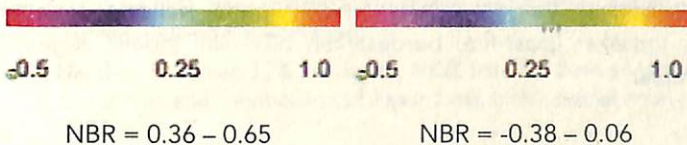
Dimana B4 dan B7 berturut-turut adalah nilai pantulan dari kanal 4 (0,77 – 0,90  $\mu\text{m}$ ) dan kanal 7 (2,08 – 2,35  $\mu\text{m}$ ).



(A) Citra NBR dari Landsat-7 ETM+ tgl. 9 Juli 2009

(B) Citra NBR dari Landsat-7 ETM+ tgl. 29 Oktober 2009

(C) Burned Area



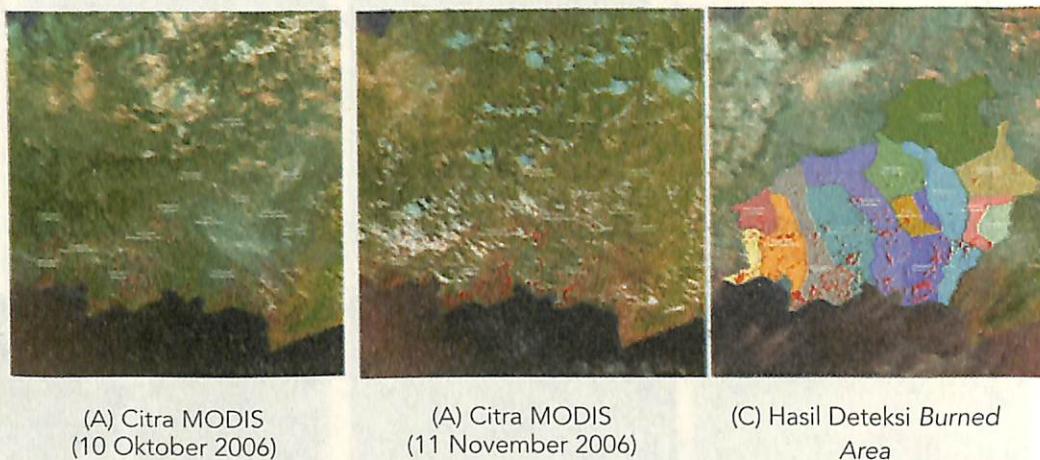
Gambar 2 memperlihatkan hasil pendeteksian *burned area* di sebagian wilayah Kalimantan Tengah dari citra Landsat-7 ETM+ berdasarkan perubahan nilai NBR yang dilakukan oleh Suwarsono et al. (2011). Gambar A, B dan C berturut-turut menunjukkan citra pada periode sebelum kebakaran (9 Juli 2009), setelah kebakaran (29 Oktober 2009) dan hasil pendeteksian *burned area*.

### 2.3. Deteksi *Burned Area* berdasarkan perubahan nilai pantulan

*Burned area* akan memberikan respon pantulan yang berbeda dengan daerah yang bervegetasi. Dengan demikian, *burned area* akan memiliki nilai pantulan yang berbeda (berubah) bila dibandingkan ketika sebelumnya daerah tersebut masih belum terbakar (bervegetasi).



Perubahan nilai pantulan ini kemudian dijadikan dasar dalam mendeteksi *burned area*. Gambar 3 memperlihatkan hasil pendeteksian *burned area* di wilayah Kalimantan Tengah dari citra MODIS berdasarkan perubahan nilai pantulan yang dilakukan oleh Suwarsono et al. (2008). Gambar A, B dan C berturut-turut menunjukkan citra pada periode sebelum kebakaran (10 Oktober 2006), setelah kebakaran (11 November 2006) dan hasil pendeteksian *burned area*.



Gambar 3. Hasil pendeteksian *burned area* di wilayah Kalimantan Tengah dari citra MODIS berdasarkan perubahan nilai pantulan. Gambar A, B dan C berturut-turut menunjukkan citra pada periode sebelum kebakaran (10 Oktober 2006), setelah kebakaran (11 November 2006) dan hasil pendeteksian *burned area*. Sumber (Suwarsono et al., 2008).

### III. KESIMPULAN

Citra penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi daerah-daerah bekas kebakaran hutan/lahan. Metode pendeteksian *burned area* yang dapat dipergunakan adalah deteksi perubahan nilai piksel (*change detection*), yang meliputi perubahan nilai indeks vegetasi, perubahan nilai indeks kebakaran dan perubahan nilai pantulan. Indeks vegetasi dan indeks kebakaran yang telah dipergunakan secara meluas berturut-turut adalah NDVI dan NBR. Dalam hal ini, untuk mendeteksi *burned area*, dilakukan analisis deteksi perubahan dengan menggunakan citra beberapa tanggal (multitemporal) pada periode sebelum terbakar (*pre-fire*) dan setelah terbakar (*post-fire*) berdasarkan nilai-nilai indeks vegetasi, indeks kebakaran, dan nilai pantulan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, E.S. et al. 2008, Climate Change and Fire Risks in Indonesia, Final Report. Research Collaboration Between Indonesian National Institute of Aeronautics and Space and Center for International Forestry Research.
- Badarinath, K.V.S., Madhavi Latha, K., Kiran Chand, T.R., Gupta, P.K., Ghosh, A.B., Jain, S.L., Gera, B.S., Singh, R., Sarkar, A.K., Singh, N., Parmar, R.S., Koul, S., Kohli, R., Nath, S., Ojha, V.K., Singh, G., 2004. Characterization of aerosols from biomass burning e a case study from Mizoram (Northeast), India. Chemosphere 54, 167-175.

- Badarinath, K.V.S., Kharol, S.K., Sharma, A.R., 2009a. Long-range transport of aerosols from agriculture crop residue burning in Indo-Gangetic Plains: a study using LIDAR, ground measurements and satellite data. *Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics* 71, 112-120.
- Badarinath, K.V.S., Madhavi Latha, K., Kiran Chand, T.R., Gupta, P.K., 2009b. Impact of biomass burning on aerosol properties over tropical wet evergreen forests of Arunachal Pradesh, India. *Atmospheric Research* 91, 87-93.
- BAKORNAS PB., 2007. *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia Edisi II*. Jakarta.
- Brewer, C.K., Winne, J.C., Redmond, R.L., Oplitz, D.W., & Mangrich, M. V., 2005. Classifying and Mapping Wildfire Severity: A Comparison of Methods. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 71(11), 1311-1320.
- Capitaino, R., & Carcaillet, C., 2008. Post-fire Mediterranean vegetation dynamics and diversity: A discussion of succession models. *Forest Ecology and Management*, 255, 431-439.
- Chafer, C., 2008. A comparison of fire severity measures: An Australian example and implications for predicting major areas of soil erosion. *Catena*, 74, 235-245.
- Cocke, A.E., Fule, P.Z., & Crouse, J.E., 2005. Comparison of Burn Severity Assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and Ground Data, *International Journal of Wildland Fire*, 14, 189-198.
- Eidensink, J., Schwind, B., Brewer, K., Zhu, Z.L., Quayle, B., & Howard, S., 2007. A Project for Monitoring Trends in Burn Severity, *Fire Ecology Special Issue*, 3(1), 3-21.
- Epting, J., & Verbyla, D., 2005. Landscape-level interactions of prefire vegetation, burn severity, and postfire vegetation over a 16-year period in interior Alaska. *Canadian Journal of Forest Research*, 35, 1367-1377
- Epting, J., Verbyla, D., & Sorbel, B., 2005. Evaluation of Remotely Sensed Indices for Assessing Burn Severity in Interior Alaska using Landsat TM and ETM+, *Remote Sensing of Environment*, 96, 328-339.
- Fraser, R.H., Fernandes, R., & Latifovic, R., 2003. Multi-Temporal Mapping of Burned Forest Over Canada using Satellite-Based Change Metric. *Geocarto International*, 18 (2), 37-47.
- Fraser, R.H., Li, Z., & Cihlar, J., 2000. Hotspot and NDVI Differencing Synergy (HANDS): A New Technique for Burned Area Mapping Over Boreal Forest, *Remote Sensing of Environment*, 72, 362-376.
- Goetz, S.J., Fiske, G.J., & Bunn, A.G., 2006. Using Satellite Time-Series Data Sets to Analyze Fire Disturbance and Forest Recovery Across Canada, *Remote Sensing of Environment*, 101, 352-365.
- Kasischke, E.S., & French, N.H., 1995. Locating and Estimating the Extent of Wildfires in Alaskan Boreal Forest using Multiple-Season AVHRR NDVI, *Remote Sensing of Environment*, 51, 263-275.
- Key, C.H., and N.C. Benson, 2002. *Measuring and Remote Sensing of Burn Severity*, U.S. Geological Survey wildland fire workshop.
- Li, Z., Nandon, S., Cihlar, J., & Stocks, B., 2000. Satellite-Based Mapping of Canadian Boreal Forest Fires: Evaluation and Comparison of Algorithms, *International Journal of Remote Sensing*, 21(16), 3071-3082.
- Lloret, F., Calvo, E., Pons, X., & Delgado, R.D., 2002. Wildfire and Landscape Patterns in the Eastern Iberia Peninsula, *Landscape Ecology*, 17, 745-759.
- Martin, M.P., & Chuvieco, E., 1995. Mapping and Evaluation of Burned Land from Multitemporal Analysis of AVHRR NDVI Images, *Earsel Advances in Remote Sensing*, 4(3), 7-13.
- Miettinen, J., 2007. *Burnt area mapping in insular Southeast Asia using medium resolution satellite imagery*. Academic dissertation. Department of Forest Resource Management, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki.
- Riano, D., Moreno-Ruiz, J., Isidoros, D., & Ustin, S., 2007. Global spatial patterns and temporal trends of burned area between 1981 and 2000 using NOAA-NASA Pathfinder. *Global Change Biology*, 13, 40-50.
- Rouse, J. W., Haas, R. W., Schell, J. A., Deering, D. H., & Harlan, J. C., 1974. *Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Greenwave Effect) of Natural Vegetation*. Greenbelt, MD. USA: NASA/GSFC.

- Roy, D.P., Giglio, L., Kendall, J.D., & Justice, C. O., 1999. Multi-Temporal Active-Fire Based Burn Scar Detection Algorithm, *International Journal of Remote Sensing*, 20(5), 1031-1038.
- Salvador, R., Valeriano, J., Pons, X., & Delgado, R. D., 2000. A Semi-Automatic Methodology to Detect Fire Scars in Shrubs and Evergreen Forests with Landsat MSS Time Series, *International Journal of Remote Sensing*, 21(4), 655-671.
- Suwarsono, Roswintiarti, O., & Noviar, H., 2008. Analisis Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) di Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2006 Menggunakan Data Satelit Penginderaan Jauh Terra/Aqua MODIS. *Prosiding; Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia ke-17 (PIT MAPIN XVII)*, Bandung, 10 Desember 2008.
- Suwarsono, Yulianto, F., Parwati, & Suprpto, T., 2009. Pemanfaatan Data MODIS untuk Identifikasi Daerah Bekas Terbakar (Burned Area) Berdasarkan Perubahan Nilai NDVI di Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2009. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 6, pp.54-64.
- Suwarsono, Vetrira, Y., Parwati, & Khomarudin, R., 2011. Analisis Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) di Wilayah Kalimantan Tengah Tahun 2009 Berdasarkan Nilai NBR (Normalized Burned Ratio) dari data Landsat-7 SLC-Off. *Prosiding Seminar Nasional Geospasial dalam Pembangunan Wilayah dan Kota, Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (PIT MAPIN) Tahun 2011*, Biro Penerbit Planologi UNDIP, Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik-Universitas Diponegoro.
- Suwarsono, Rokhmatuloh, Waryono, T., 2013. Pengembangan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) Menggunakan Citra MODIS di Kalimantan. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 10, pp.93-112.
- Tacconi, L., 2003. *Fires in Indonesia: Causes, Costs, and Policy Implications*. CIFOR Occasional Paper No.38, Bogor, Indonesia.
- Wagtendonk, J.W.V., Root, R.R., & Key, C. H., 2004. Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ Detection Capabilities for Burn Severity, *Remote Sensing and Environment*, 92, 397-408.

## Biografi Penulis



### **Suwarsono, S.Si, M.Si.**

Email : suwarsono@lapan.go.id;landsono@yahoo.com

#### **Pendidikan:**

- ▶ Magister Sains (M.Si.) pada program studi ilmu Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia (UI), 2012
- ▶ Sarjana (S.Si.) Program Studi Geografi Fisik, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada (UGM). 2002.

Suwarsono telah bekerja sebagai peneliti di Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN sejak tahun 2003. Penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan aplikasi data penginderaan jauh untuk mitigasi bencana alam yang merupakan integrasi dari berbagai disiplin ilmu, seperti cuaca dan iklim serta interaksinya dengan sumberdaya lahan (hutan dan perkebunan) dan potensinya terhadap kebencanaan (banjir, longsor, kekeringan, kebakaran hutan). Organisasi profesi yang diikuti adalah Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN).