

# DETEKSI DINI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI KALIMANTAN TENGAH

Ariesta Lestari<sup>1</sup>, Dr. Grace Rumantir<sup>2</sup>, Prof. Nigel Tapper<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of IT Monash University, <sup>2</sup>Faculty of IT Monash University,

<sup>3</sup>School of Geography and Environmental Science, Monash University

<sup>1</sup>ariesta.lestari2@monash.edu, <sup>2</sup>Grace.Rumantir@monash.edu, <sup>3</sup>Nigel.Tapper@monash.edu

## Abstract

*Forest fires have become an increasingly serious environmental problem in Indonesia. These fires can lead to major economic losses, widespread health problems, increased local poverty and biodiversity losses. In Central Kalimantan, Indonesia forest fire is a major problem because 20 per cent of the land and forest in this area is peat. Fires occurred in the degraded peatland is difficult to extinguish and can burn for days or weeks. Despite the fact that natural factors such as topography, climate and ecology have a role in forest fire occurrence, many researchers have found that human activities in the forest, i.e. land clearing, timber exploitation, and hunting, have important causal effects on the occurrences of forest fire*

*To strengthen the capabilities of fire management in Indonesia, especially in Central Kalimantan, it is suggested that enhancing the implementation of detection systems could help to reduce the impact of fires in Indonesia. A range of methods have been employed in forest fire prediction systems. These include traditional statistical hypothesis testing, linear regression, classification and regression trees and other methods from data mining. Results from related research undertaken in other parts of the world are not readily generalisable to the unique condition of forest fires in Central Kalimantan.*

**Keywords :** Forest Fire, Central Kalimantan, Peatland, Data Mining.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebakaran hutan dan lahan merupakan permasalahan serius di Indonesia. Kebakaran ini telah mengancam keanekaragaman hayati, kesehatan dan mata pencaharian penduduk setempat (Dolcemascolo, 2004). Kalimantan Tengah adalah salah satu daerah di Indonesia yang mengalami kejadian kebakaran hutan yang sangat parah sejak awal 1980an sampai dengan sekarang.

Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah dan pemerintah di tingkat kota/kabupaten telah mengambil tindakan yang signifikan untuk mengurangi kejadian kebakaran hutan setiap tahunnya.

Contohnya adalah memberikan penyuluhan, workshop dan seminar guna meningkatkan kesadaran masyarakat akan buruknya dampak kebakaran hutan, menetapkan peraturan untuk mengontrol penggunaan api di lahan terbuka dan membangun sistem respon cepat untuk menanggulangi kebakaran. Hanya saja, sampai saat ini pemerintah masih mengalami kesulitan dalam menangani permasalahan kebakaran hutan.

Untuk meningkatkan kemampuan dalam mengelola permasalahan kebakaran hutan di Indonesia, khususnya Kalimantan Tengah, Applegate et al. (2002) merekomendasikan agar Indonesia memiliki sistem deteksi dini kebakaran hutan. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kebakaran hutan yang akan terjadi

dalam kurun waktu tertentu sehingga pemerintah bisa mempersiapkan diri dalam menghadapi peristiwa kebakaran hutan. Dennis et al. (2005) juga menyatakan bahwa adanya sistem deteksi dini kebakaran hutan dapat membantu mengurangi dampak buruk kebakaran hutan di Indonesia.

Adanya informasi yang cepat dan tepat mengenai kejadian kebakaran hutan akan sangat membantu pihak-pihak yang berkepentingan untuk meminimalisasi kerusakan yang diakibatkan oleh kebakaran hutan ini. Pemerintah juga diharapkan dapat pula mengalokasikan sumber daya pemadam kebakaran dengan tepat dan di lokasi yang tepat pula. Perencanaan pembangunan menara, jalan dan sumber air juga dapat dilakukan dengan efektif jika informasi mengenai kejadian kebakaran hutan ini diketahui sebelumnya.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kejadian kebakaran hutan di Kalimantan Tengah. Selain itu, dalam artikel ini juga dibahas bagaimana pemanfaatan konsep data mining untuk membantu penanganan masalah kebakaran hutan di Indonesia, khususnya Kalimantan Tengah.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di bagian utara dari kawasan eks proyek pengembangan lahan gambut (PLG) dengan luasan sekitar 120.000 ha. Kawasan ini masuk dalam program uji coba kegiatan REDD+ yaitu Kalimantan Forest Climate Partnership (KFCP). Kurang lebih 50,000 ha berlokasi di Block A dan 70,000 berada di lokasi Block E. Hampir sebagian besar lokasi di Block A telah terdegradasi dan kehilangan hutannya sementara sebagian besar hutan di Block E masih belum tersentuh.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Lokasi ini dipilih karena area eks PLG merupakan area lahan gambut yang mengalami kerusakan sangat parah dan telah terdegradasi. Kondisi KFCP area sangat mewakili karakteristik area eks PLG secara keseluruhan. Terdiri atas hutan rawa gambut yang pada musim hujan mampu menyimpan air, namun juga telah terdegradasi sehingga sangat kering jika musim kemarau datang.

### 2.2 Pengumpulan Data

Data tentang kebakaran hutan di lokasi KFCP sejak tahun 2005 – 2012 telah dikumpulkan dari berbagai sumber. Data harian cuaca seperti suhu, curah hujan, kecepatan dan arah angin dan kelembaban diambil dari arah situs Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (MBKG). Data *hotspot* diambil dan dianalisa berdasarkan pantauan satelit MODIS (Terra dan Aqua) yang melintasi lokasi penelitian. Data topografi seperti tutupan lahan, luasan area gambut, dan daerah bekas kebakaran didapat dari database KFCP. Jarak dari *hotspot* ke lokasi sungai/kanal, jalan

atau desa terdekat dipergunakan untuk merepresentasikan faktor manusia dalam memicu kebakaran hutan.

### 2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini mengadopsi langkah-langkah yang ada dalam data mining yaitu pengumpulan dan menggabungkan data dari berbagai sumber, membersihkan (*cleaning*) data untuk membuang duplikasi data dan mengisi data yang kosong.

Data cuaca yang didapatkan dari BMKG terutama data curah hujan memiliki beberapa data yang kosong dikarenakan pada hari tersebut tidak ada data yang dicatat atau kondisi cuaca yang tidak terukur. Rata-rata curah hujan dalam 5 hari sebelum data kosong dikalkulasi untuk mengisi data yang kosong. Perhitungan ini juga dipergunakan untuk mengisi data yang kosong pada data temperatur, kecepatan angin dan kelembaban.

Data yang telah dikumpulkan juga berasal dari sumber yang berbeda dan memiliki format yang berbeda pula. Misalnya data cuaca yang didapat dari BMKG dalam format *spreadsheet*, sedangkan data yang didapat dari database KFCP sebagian besar dalam format spasial (*shp*). Data dari sumber yang berbeda ini diintegrasikan untuk dapat dianalisa pada proses selanjutnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

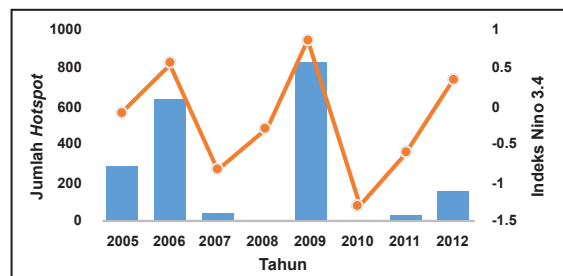
### 3.1 Hotspot dan Kondisi Cuaca

Sejak tahun 2005 – 2012, lebih dari 2000 *hotspot* terdeteksi di lokasi KFCP. Sebagian besar *hotspot* muncul di bulan Juli dan mencapai titik puncak pada bulan September. Jumlah *hotspot* perlahan menurun di bulan Oktober dan November pada saat hujan mulai turun.

Data juga menunjukkan bahwa selama delapan tahun sejak 2005 – 2012, jumlah titik api selalu bervariasi setiap tahunnya. Jumlah *hotspot* di 2005, 2006,

2009 dan 2012 terlihat jauh lebih banyak dibandingkan *hotspot* pada tahun 2007, 2008, 2010 dan 2011. Pada tahun 2006 dan 2009, jumlah *hotspot* yang terdeteksi mengalami kenaikan yang cukup signifikan dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan pada tahun 2006 dan 2009, Indonesia mengalami fenomena El Nino yang cukup parah dimana indeks Nino 3.4 berada diatas 0.5 dalam lima bulan berturut-turut (lihat gambar 2).

Fenomena El Nino memiliki pengaruh besar pada kejadian kebakaran hutan di Indonesia, khususnya Kalimantan Tengah. Wooster et al. (2012) dan Yulianti dan Hayasaka (2013) menemukan bahwa pada El Nino telah mempengaruhi menurunnya jumlah curah hujan di Indonesia yang mengakibatkan kondisi hutan dan lahan mengering sehingga mudah terbakar api.



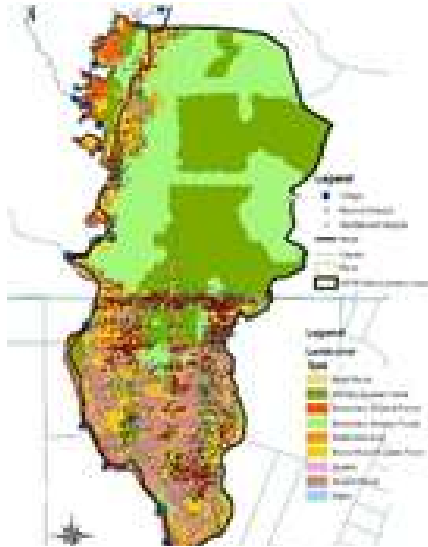
Gambar 2. Jumlah *hotspot* di KFCP area tahun 2005 - 2012.

### 3.2 Hotspot, Tutupan Lahan dan Lahan Gambut

Area KFCP merupakan area hutan rawa gambut yang memiliki kedalaman gambut cukup tebal (beberapa area memiliki kedalaman lebih dari 8 m). Namun, dikarenakan deforestasi dan proyek pengembangan lahan gambut, area ini menjadi terdegradasi.

Gambar 3 menunjukkan bahwa penyebaran *hotspot* banyak muncul di daerah semak dan belukar serta padang rumput. Dua daerah ini merupakan daerah yang sudah pernah terbakar sebelumnya dan sekarang mulai ditumbuhi oleh tumbuhan

kecil. Di area ini juga jarang ditemukan pepohonan besar yang menjadikan area ini sangat terbuka. *Hotspot* sangat jarang ditemukan di hutan lahan basah primer dan sekunder dikarenakan daerah ini sangat basah dan belum tersentuh oleh aktivitas manusia.

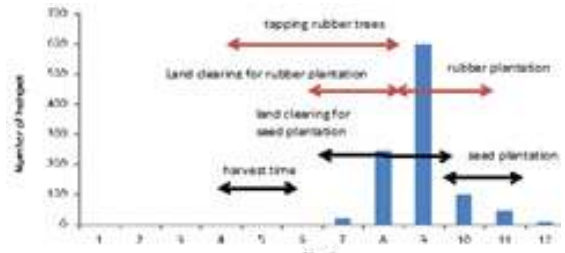


Gambar 3. Distribusi *Hotspot* Berdasarkan Tutupan Lahan.

### 3.3 *Hotspot* dan Mata Pencaharian Penduduk

Gambar 4 menunjukkan bahwa hotspot hanya muncul di bulan-bulan tertentu. Biasanya muncul di pertengahan bulan Juli sampai dengan akhir November. Fenomena dipengaruhi oleh mata pencaharian penduduk di area KFCP. Penduduk di area ini menggantungkan kehidupan mereka di bidang pertanian seperti perkebunan karet, ladang berpindah atau hasil hutan lainnya. Penggunaan api untuk membersihkan lahan yang akan digunakan untuk bercocok tanam merupakan hal yang sudah dilakukan secara turun temurun di komunitas ini. Selain karena murah dan gampang, pembersihan lahan menggunakan api juga berguna untuk membasmi hama dan meningkatkan kesuburan tanah (Kinseng, 2008).

Penanaman benih padi biasanya dimulai pada awal Oktober sampai dengan Desember, sedangkan masa tanam pohon karet mulai sekitar bulan September dan Oktober. Beberapa bulan sebelumnya, dimulai dari bulan Juli sampai dengan Oktober, penduduk setempat mulai mempersiapkan lahan yang akan ditanam. Aktivitas dalam mempersiapkan lahan ini adalah menebang pohon dan tumbuhan yang ada di hutan, kemudian hasil penebangan yang telah mengering dibakar dan akhirnya membersihkan sisa-sisa tumbuhan yang tidak terbakar. Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa pada saat *hotspot* mulai terbakar di KFCP area, pada saat yang sama penduduk di KFCP area mulai membersihkan hutan dan lahan untuk perkebunan mereka. *Hotspot* juga terdeteksi mencapai puncak di bulan September atau mendekati akhir musim kemarau. Pada saat inilah biasanya aktivitas pembakaran sisa-sisa pembersihan lahan dilakukan.



Gambar 4. *Hotspot* dan Periode Bercocok Tanam Penduduk Lokal di KFCP Area.

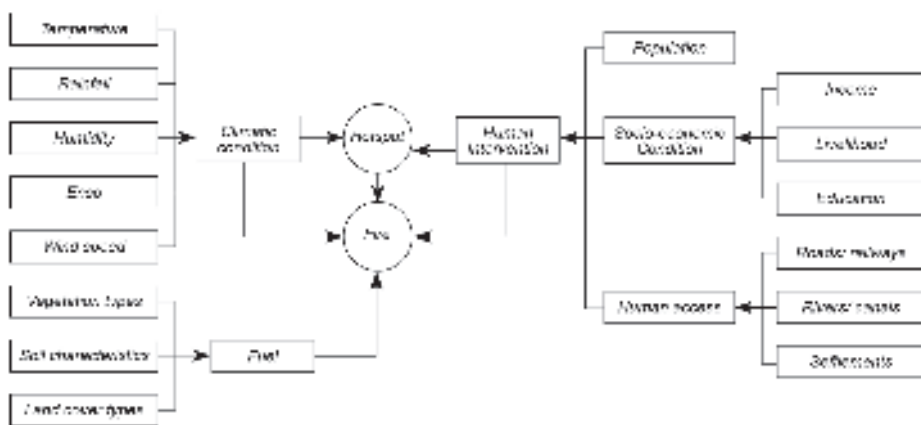
Salah satu mata pencaharian penduduk di area KFCP adalah mencari ikan, baik untuk konsumsi sendiri ataupun untuk dijual. Aktivitas mencari ikan ini biasanya berlangsung sepanjang tahun baik itu musim hujan atau musim kemarau. Biasanya di musim hujan jumlah ikan yang bisa ditangkap lebih banyak daripada di musim kemarau, namun ada beberapa lokasi tertentu yang memproduksi lebih banyak ikan di musim kemarau. Misalnya kolam-kolam kecil yang ada di lahan gambut. Pada musim kemarau, kolam-kolam ini mengering sehingga banyak ikan

yang terperangkap yang memudahkan untuk ditangkap. Akan tetapi aktivitas mencari ikan ini biasanya juga melibatkan api untuk membakar tanaman atau semak untuk membuka jalan menuju lokasi penangkapan ikan. Hal ini juga dianggap sebagai pemicu tingginya jumlah *hotspot* di bulan Juli sampai September (lihat Gambar 4).

### 3.4 Faktor yang Mempengaruhi Kebakaran Hutan

Penyebab munculnya *hotspot* bisa diklasifikasikan dalam dua kategori: natural atau disebabkan oleh intervensi manusia baik disengaja ataupun tidak (Siegert et al., 2001; Wooster et al., 2012). Gambar 5 menunjukkan bahwa kondisi curah hujan, suhu, kelembaban, fenomena El Nino dan kecepatan dan arah angin merupakan faktor-faktor alam yang mempengaruhi kemunculan *hotspot*. Riset membuktikan bahwa fenomena El-Nino mempengaruhi rendahnya curah hujan yang memicu munculnya kebakaran (Lentile et al., 2006). Akan tetapi, aktivitas manusia di area hutan seperti pembukaan lahan, mencari kayu bakar, berburu atau mencari ikan juga menjadi pemicu munculnya kebakaran hutan.

Munculnya api bisa terjadi selama tersedianya bahan bakar, panas dan oksigen (Cochrane Ryan, 2009). Seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas, *hotspot* yang muncul pada kondisi yang sangat kering merepresentasikan keberadaan panas. Kondisi lingkungan yang kering terjadi pada saat suhu disekitar sangat tinggi dan curah hujan di bawah normal. Titik panas juga bisa dipicu oleh kegiatan manusia di hutan, terutama dikarenakan penggunaan api dalam aktivitas mereka. Kebakaran juga hanya bisa terjadi jika tersedianya material yang mudah terbakar. Material yang mudah terbakar berasal dari vegetasi di sekitar seperti kayu, ranting, gambut atau dedaunan yang mengering. Karakteristik gambut yang unik juga merupakan media yang sangat mudah memicu terjadinya kebakaran. Pada musim kemarau, lahan gambut yang terdegradasi mengalami penurunan air tanah yang mengakibatkan area tersebut mudah terbakar. Usop et al. (2004) menyatakan bahwa lahan gambut dapat terbakar selama berhari-hari dan susah untuk ditanggulangi. Oksigen adalah salah satu bagian terpenting dalam kejadian kebakaran; tanpa ada oksigen yang cukup maka kebakaran akan susah terjadi. Di area yang terbuka, angin bisa menjadi penghantar panas ke area sekitarnya.



Gambar 5. Konseptual diagram mengenai faktor yang mempengaruhi kejadian kebakaran hutan di Kalimantan Tengah.

Tidak bisa dipungkiri meskipun faktor alam seperti kondisi cuaca, ekologi dan lingkungan sekitar berperan dalam menyebabkan kebakaran hutan, cukup banyak hasil riset yang menyatakan bahwa aktivitas manusia di hutan memiliki pengaruh yang sangat penting dalam munculnya kebakaran hutan.

### 3.5 Data Mining dan Kebakaran Hutan

*Data mining* adalah serangkaian proses yang dilakukan untuk menemukan pola yang menarik dari sekumpulan data (Witten et al., 2011). Hal ini didukung dengan penggabungan antara teori *database* dan *machine learning*, teknik-teknik yang ada di statistika, matematika, visualisasi atau pemrograman tingkat tinggi. Penggunaan data mining teknik dalam penanganan kebakaran hutan bukanlah sesuatu yang baru. Mengingat kejadian kebakaran hutan sudah berlangsung sejak lama dan terjadi juga di negara-negara di Eropa, Amerika, Afrika, Australia dan Asia.

Berbagai metode dalam data mining telah diterapkan untuk mengembangkan model yang dapat melakukan prediksi atas munculnya kebakaran hutan. Tidak hanya melakukan prediksi terhadap kemungkinan terjadinya kebakaran tetapi juga memberikan estimasi besarnya kebakaran yang akan terjadi dan mendeteksi tingkat kebenaran *hotspot* yang terdeteksi oleh satelit. *Logistic regression* dan *decision tree* merupakan metode yang paling sering diimplementasikan untuk mengestimasi dan mengklasifikasi kemungkinan terjadinya kebakaran hutan di suatu wilayah. Sementara untuk bisa mengetahui hubungan antara kebakaran hutan dengan faktor-faktor pendukungnya, Dlamini (2011) mencoba membuat konsep diagram menggunakan Bayesian Network. Dengan diagram ini dapat terlihat faktor mana saja yang mempunyai pengaruh paling besar dalam kebakaran hutan dan bisa memprediksi perubahan yang akan terjadi jika kondisi dalam faktor tersebut mengalami perubahan.

Sebagian besar hasil riset mengenai penanganan kebakaran hutan

menggunakan metode *data mining* mengambil lokasi di Eropa, Amerika atau Australia. Dimana tidak semua hasil penelitian mengenai kebakaran hutan di negara-negara lain dapat dikembangkan dan diaplikasikan di Indonesia. Hal ini dikarenakan karakteristik kebakaran hutan di Indonesia yang cukup unik dan berbeda dibandingkan dengan negara lain. Tidak banyak riset yang mengadopsi fungsi *data mining* untuk menangani masalah kebakaran hutan di Indonesia terutama di Kalimantan Tengah. Sitanggang et al. (2013) mengimplementasikan *decision tree* untuk mengidentifikasi keberadaan *hotspot* di Riau. Vayda (1999) memberikan argumen bahwa tidak semua *hotspot* yang terdeteksi akan menyebabkan terjadinya kebakaran hutan. Oleh karena itu riset yang kami lakukan akan fokus pada pengidentifikasian *hotspot* yang berpotensi menyebabkan kebakaran hutan dengan mengakomodasi semua karakteristik kebakaran hutan di Kalimantan Tengah.

## 4. KESIMPULAN

Kalimantan Tengah adalah salah satu daerah di Indonesia yang mengalami dampak buruk kebakaran hutan. Hilangnya keanekaragaman hayati yang berdampak pada kehilangan mata pencaharian dan gangguan kesehatan penduduk lokal. Kebakaran hutan di daerah ini sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan lingkungan serta aktivitas manusia di hutan dan lahan menggunakan api sebagai alat bantu.

Ketersediaan sistem deteksi dini kebakaran hutan diharapkan bisa membantu pemerintah dalam menentukan langkah untuk meminimalisasi dampak buruk akibat kebakaran hutan. Pemanfaatan teknik di dalam data mining bersama dengan terakomodasinya karakteristik kebakaran hutan di Kalimantan Tengah diharapkan mendukung pengembangan sistem deteksi dini yang efektif untuk daerah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Applegate, G., Smith, R., Fox, J. J., Mitchell, A., Packham, D., Tapper, N., & Baines, G. (2002). *Forest fires in Indonesia: impacts and solutions*. Washington, DC: Resources for the Future, Center for International Forestry Research (CIFOR) and Institute of Southeast Asian Studies (ISEAS).
- Cochrane, M., & Ryan, K. (2009). *Fire and fire ecology: Concepts and principles Tropical Fire Ecology* (pp. 25-62): Springer Berlin Heidelberg.
- Dennis, R. A., Mayer, J., Applegate, G., Chokkalingam, U., Colfer, C. J. P., Kurniawan, I., . . . Tomich, T. P. (2005). *Fire, People and Pixels: Linking Social Science and Remote Sensing to Understand Underlying Causes and Impacts of Fires in Indonesia*. *Human Ecology*, 33(4), 465-504. doi: 10.1007/s10745-005-5156-z
- Dlamini, W. M. (2011). Application of Bayesian networks for fire risk mapping using GIS and remote sensing data. *GeoJournal*, 76(3), 283-296. doi: 10.1007/s10708-010-9362-x
- Dolcemascolo, G. P. (2004). *Burning Issues: Control of Fire Management in Central Kalimantan, Indonesia*. University of Hawai'i.
- Kinseng, R. (2008). *Designing System of Incentive Payments for Environmental Services in Central Kalimantan*. Internal Project Report. Bogor Agriculture University.
- Lentile, L. B., Holden, Z. A., Smith, A. M. S., Falkowski, M. J., Hudak, A. T., Morgan, P., . . . Benson, N. C. (2006). Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. *International Journal of Wildland Fire*, 15(3), 319-345. doi: <http://dx.doi.org/10.1071/WF05097>
- Siegert, F., Boehm, H. D. V., Rieley, J. O., Page, S. E., Jauhiainen, J., Vasander, H., & Jaya, A. (2001). *Peat fires in Central Kalimantan, Indonesia: Fire impacts and carbon release*. Paper presented at the International Symposium on Tropical Peatland, Jakarta, Indonesia.
- Sitanggang, I. S., Yaakob, R., Mustapha, N., & Ainuddin, A. N. (2013). Predictive models for hotspots occurrence using decision tree algorithms and logistic regression. *Journal of Applied Sciences*, 13(2), 252-261.
- Usop, A., Hashimoto, Y., Takahashi, H., & Hayasaka, H. (2004). *Combustion and Thermal Characteristics of Peat Fire in Tropical Peatland in Central Kalimantan, Indonesia*. *Tropics*, 4(1), 1-19.
- Vayda, A. P. (1999). *Finding Causes of the 1997-98 Indonesian Forest Fires: Problems and Possibilities WWF Indonesia Forest Fires Project*. Jakarta: World Wide Fund for Nature (WWF) Indonesia.
- Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*: Morgan Kaufmann.
- Wooster, M. J., Perry, G. L. W., & Zoumas, A. (2012). Fire, drought and El Niño relationships on Borneo (Southeast Asia) in the pre-MODIS era (1980-2000). *Biogeosciences*, 9(1), 317-340. doi: 10.5194/bg-9-317-2012
- Yulianti, N., & Hayasaka, H. (2013). Recent Active Fires under El Nino Conditions in Kalimantan, Indonesia. *American Journal of Plant Sciences*, 04(03), 685-696. doi: 10.4236/ajps.2013.43A087