

Pemodelan Spasial Kerentanan Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Timur

Shania Ellens Novita*, Mutya Vonnisa

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 04 Februari 2021
Direvisi: 13 Februari 2021
Diterima: 18 Februari 2021

Kata kunci:

CMA
faktor biofisik
faktor manusia
hotspots
spasial

Keywords:

CMA
biophysical factors
human factors
hotspots
spatial

Penulis Korespondensi:

Shania Ellens Novita
Email: shaniaenovita@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pemodelan spasial kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor pemicu, membangun model spasial dan memetakan tingkat kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di Provinsi Kalimantan Timur sebagai wilayah ibukota baru Indonesia. Pemodelan spasial kebakaran hutan dan lahan ini diambil dengan mempertimbangkan faktor manusia dan biofisik yang mempengaruhi kebakaran hutan dan lahan. Metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) digunakan untuk mengembangkan model. Penelitian ini menemukan bahwa jarak dari jaringan jalan, jarak dari desa/permukiman, keberadaan gambut, tutupan lahan dan curah hujan berpengaruh signifikan terhadap risiko kebakaran lahan dan hutan. Model spasial yang diperoleh dari penelitian memiliki koefisien determinasi 0,90. Validasi model menunjukkan bahwa model dapat memprediksi risiko kebakaran hutan dan lahan dengan akurasi 54,33 %. Model tersebut menggambarkan bahwa sekitar 54,5 % risiko kebakaran hutan dan lahan disebabkan oleh faktor manusia diantaranya jarak terhadap desa, jarak terhadap jalan dan tutupan lahan, sedangkan sisanya sebesar 45,5% disumbang oleh faktor biofisik diantaranya keberadaan gambut dan curah hujan.

Spatial model of land and forest fire risk in East Kalimantan Province has been developed to identify the main causes of forest and land fires. The purpose of this study is also to build spatial models and map the level of forest and land fires in East Kalimantan Province as the candidate of new capital of Indonesia. The model was derived by considering human and biophysical factors that affect the forest and land fires. The Composite Mapping Analysis (CMA) method was used to develop the model. Distance from the road network, distance from villages/settlements, peatlands, land cover and rainfall have a significant effect on the risk of land and forest fires. The spatial model has a determination coefficient of 0.90. Model can predict the forest and land fire risk providing 54.33 % of accuracy. The model described that approximately 54.5 % of forest and land fire risk is contributed by human factors including distance to the village, distance to the road and land cover, while the rest of 45.5 %, is contributed by biophysical factors including peatlands and rainfall.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Setiap tahun Indonesia selalu mengalami kebakaran hutan dan lahan (KARHUTLA). Kebakaran hutan dan lahan pertama kali terjadi dimasa orde baru pada tahun 1982-1983. Menurut laporan *World Resource Institute* (2017) pada tahun 1982-1983 sekitar 3,2 juta hektar hutan terbakar di Provinsi Kalimantan Timur serta diperkirakan kerugian mencapai US\$ 9 Miliar. Shafitri (2018) mengatakan salah satu penyebab terbesar terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Indonesia selama 3 dekade terakhir adalah deforestasi besar-besaran pada hutan dan lahan di Indonesia. Deforestasi merupakan proses penghilangan hutan secara perlahan-lahan sehingga semakin banyak hutan alam yang diubah menjadi hutan produksi, pertanian, perkebunan, permukiman dan lain sebagainya. Menurut laporan *Food and Agriculture Organization* (1996) pada tahun 1970 deforestasi hutan Indonesia mencapai 300 ribu ha/tahun, sedangkan dari tahun 1996-2000 telah terjadi deforestasi hingga 2 juta ha/tahun dan pada periode 2010-2014 deforestasi di Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan.

Menurut data FWI (*Forest Watch Indonesia*) tahun 2018 Provinsi Kalimantan Timur penyumbang tertinggi deforestasi dan degradasi hutan. Laju pergerakan deforestasi dan degradasi hutan di Provinsi Kalimantan Timur meningkat signifikan dari 89 ha/tahun menjadi 157 ha/tahun, hampir dua kali lipat peningkatannya. Permasalahan deforestasi hutan ini diiringi oleh keputusan Presiden Indonesia Joko Widodo yang telah resmi mengumumkan Provinsi Kalimantan Timur sebagai lokasi ibukota baru Negara Indonesia pada tanggal 26 Agustus 2019. Pergerakan deforestasi yang cepat ini akan berkontribusi pada pemanasan global dari semua gas rumah kaca, menyebabkan kepunahan banyak spesies potensial, mengganggu ekosistem, bahkan bisa mendorong penurunan kualitas standar hidup masyarakat dunia. Dengan demikian, perlu ada langkah-langkah strategis dan kongkrit dari pihak pemerintah baik provinsi maupun pusat untuk mencegah terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang ada di ibukota baru Indonesia.

Salah satu upaya strategis dalam mencegah kebakaran hutan dan lahan adalah dengan melakukan penyediaan informasi tingkat kerentanan kebakaran hutan dan lahan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dan sistem informasi geografis (SIG). Beberapa peneliti telah melakukan penelitian yang memanfaatkan data penginderaan jauh dengan metode CMA untuk mendeteksi kebakaran hutan dan lahan pada suatu wilayah. Penelitian Sowmya dan Somashekar (2010) melakukan penelitian penerapan penginderaan jauh dan SIG dalam pemetaan zona risiko kebakaran hutan di Suaka Margasatwa Bhadra India menggunakan data satelit temporal tahun 1989-2006 dengan 3 variabel yaitu jarak jalan, vegetasi dan kemiringan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima tingkat kebakaran hutan dan lahan dimana 6,59 % wilayah termasuk dalam risiko kebakaran sangat tinggi, 32,34 % risiko kebakaran sedang, dan 7,72% di daerah sangat rendah. Erten dkk. (2004) juga melakukan penelitian menggunakan penginderaan jauh dan SIG di daerah Semenanjung Gallipoli Thrace Timur Turki dengan menggunakan data satelit landsat dengan 3 variabel yaitu tipe hutan, vegetasi dan kemiringan. Hasil penelitiannya menunjukkan >35 % wilayah termasuk dalam risiko kebakaran hutan dan lahan sangat tinggi sedangkan 0-5 % di daerah sangat rendah.

Kayoman (2010) melakukan penelitian dengan membuat pemodelan spasial risiko kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Barat dengan menggunakan citra satelit landsat dan data titik panas yang diperoleh dari rekaman satelit NOAA AVHRR dengan menggunakan 8 variabel diantaranya jarak kota, jarak jalan, desa/permukiman, sungai, tutupan lahan, penggunaan lahan, curah hujan dan gambut. Hasil penelitian didapatkan lima kelas risiko kebakaran hutan dan lahan diantaranya sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Wilayah dengan tingkat risiko tinggi memiliki luas 6,746,877 ha (45,82%) dan wilayah tingkat risiko sedang memiliki luas 6,510,000 ha (44,21%), sedangkan wilayah dengan tingkat risiko yang sangat rendah memiliki luas yang paling kecil dengan persentase hanya sebesar 0,92 % (142,074 Ha).

Menurut penelitian Irwandi dkk. (2016) faktor-faktor yang mempengaruhi kebakaran hutan di Kalimantan Timur antara lain jenis bahan bakar, topografi lahan, hidrologi, cuaca, iklim, dan ketidakpedulian masyarakat. Berdasarkan penelitian sebelumnya maka dapat digunakan variabel-variabel penting faktor kebakaran hutan dan lahan untuk pengujian kebakaran hutan di Provinsi Kalimantan Timur dengan memanfaatkan data setelit serta dilengkapi dengan pemodelan pembobotan *Composite Mapping Analysis* (CMA) yang berbasis SIG. Hasil dari penelitian ini berupa model spasial yang dapat memetakan tingkat kerentanan kebakaran hutan dan lahan.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Citra satelit Landsat 8 LDCM milik USGS, data *hotspots* tahun 2015-2019 milik NASA, peta jaringan jalan, jaringan sungai, pusat desa, kedalaman gambut dan curah hujan. Daerah penelitian Provinsi Kalimantan Timur yang berada pada koordinat antara 113° 44' - 119° 00' BT dan antara 2° 33' LU serta 2° 25' LS.

2.1 Penentuan Pembangunan Model Kebakaran

Pendekatan spasial dalam membangun model daerah kerawanan kebakaran hutan dan lahan terdiri 2 faktor yaitu faktor aktivitas manusia dan biofisik. Faktor aktivitas manusia terdiri atas jarak terhadap pusat kota (X_1), jarak terhadap pusat desa (X_2), jarak terhadap sungai (X_3), jarak terhadap jalan (X_4), dan penggunaan/tutupan lahan (X_5), sedangkan faktor biofisik terdiri atas keberadaan gambut (X_6) dan curah hujan (X_7).

2.2 Analisis Data Spasial

2.2.1 Penentuan Skor Aktual

Penentuan skor ini dilakukan menggunakan metode CMA dengan menghubungkan elemen-elemen sub faktor peubah di dalam persamaanya. Nilai skor masing-masing sub faktor dapat dihitung dengan persamaan 1 dan persamaan 2 berikut (Ulya dan Yunardi, 2006) :

$$x_i = \left[\frac{o_i}{e_i} \right] \times \left[\frac{100}{\sum \left(\frac{o_i}{e_i} \right)} \right] \quad (1)$$

$$z_i = \left[\frac{o_i}{e_i} \right] \times \left[\frac{100}{\sum \left(\frac{o_i}{e_i} \right)} \right] \quad (2)$$

dimana x_i merupakan skor faktor biofisik, Z_i merupakan skor faktor aktifitas manusia, O_i merupakan jumlah *hotspots* yang ada pada setiap sub faktor, e_i merupakan jumlah *hotspots* yang diharapkan pada setiap sub faktor.

2.2.2 Penentuan Skor Dugaan

Skor dugaan digunakan untuk merapikan pola nilai skor aktual yang tidak teratur. Skor ini dapat dihitung berdasarkan pola regresi linear yang memiliki koefisien determinan tertinggi antara skor setiap variabel dengan kepadatan *hotspots*.

2.2.3 Penentuan Skor Skala

Standarisasi skor antara semua faktor yang digunakan dalam penyusunan model kerawanan kebakaran hutan dan lahan dilakukan dengan menghitung kembali skor sehingga didapatkan skor skala dengan nilai antara 10 sampai 100 dengan menggunakan persamaan (Wibowo, 2019) 3 :

$$R_{out} = \left[\frac{E_{inp} - E_{min}}{E_{max} - E_{min}} \right] [E_{max} - E_{min}] + R_{min} \quad (3)$$

dimana R_{out} merupakan nilai skor hasil *rescaling*, E_{inp} merupakan nilai skor dugaan (*estimated score*) input, E_{min} merupakan nilai minimal skor dugaan, E_{max} merupakan nilai maksimal skor dugaan, R_{min} merupakan nilai skor terendah hasil *rescaling* dan R_{max} merupakan nilai skor tertinggi hasil *rescaling*.

2.2.4 Pembuatan Persamaan Matematika

Pembangunan model tingkat dan zona kerawanan kebakaran hutan dan lahan dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan metode analisis pemetaan komposit (*Composite Mapping Analysis/ CMA*). Model ini dibangun berdasarkan skor komposit yang disusun dengan persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara jumlah *hotspots* per km² dengan komposit faktor-faktor penyusunnya.

2.3 Uji Signifikan

Pengujian ini dilakukan untuk memilih model terbaik dari beberapa model yang telah memiliki nilai akurasi tinggi dengan menggunakan persamaan 4 (Rahayu dkk., 2016) :

$$Z = \left[\frac{x_1 - x_2 - \Delta}{\sqrt{\frac{\sigma_1}{n_1} + \frac{\sigma_2}{n_2}}} \right] \quad (4)$$

dimana Z merupakan nilai signifikansi, x merupakan nilai rata-rata dua contoh, σ merupakan standar deviasi dua populasi, n merupakan jumlah atau ukuran dua contoh dan Δ merupakan beda rata populasi.

2.4 Validasi Model

Validasi model ditentukan berdasarkan nilai matrik koinsidensi antara tingkat kerentanan kebakaran menurut model dan tingkat kerentanan kebakaran hutan menurut nilai kerapatan titik panas (*hotspots*) dengan menggunakan matrik kesalahan. Nilai akurasi dapat dihitung menggunakan persamaan 5 :

$$OA = \left[\frac{\sum_{i=1} x_{ii}}{N} \times 100\% \right] \quad (5)$$

dimana OA merupakan nilai validasi keseluruhan, X_{ii} merupakan luasan kelas kerentanan yang sama antara model dan kerapatan titik panas (*hotspots*) dan N merupakan total area validasi.

2.5 Pemodelan Spasial risiko Kebakaran Hutan dan Lahan

2.5.1 Model Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan

Model kerawanan kebakaran hutan dan lahan yang dijadikan acuan adalah model dengan hasil akurasi terbaik. Keakurasian model didapatkan dari validasi model yang ditentukan berdasarkan nilai matrik koinsidensi antara tingkat kerentanan kebakaran menurut model dan tingkat kerentanan kebakaran hutan.

2.5.2 Pemetaan Zona Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan

Persamaan regresi dari tahap sebelumnya kemudian dibuat peta kerawanannya dengan mengalikan bobot dengan skor masing-masing sub faktor. Operasi pengalihan tersebut menggunakan fasilitas kalkulator dalam software ArcGIS 10.3. Peta kerawanan ini dapat dilihat jumlah luasan kerawanan kebakaran hutan dan lahan ditinjau dari berbagai sudut pandang.

III. HASIL DAN DISKUSI

Analisis hubungan skor setiap variabel dengan kepadatan *hotspots* dilakukan melalui proses spasial dan statistik. Nilai antara kepadatan *hotspots* dengan variabel-variabel yang mempengaruhi kebakaran hutan dan lahan dilakukan dengan analisis regresi linear. Analisis regresi dilakukan untuk mendapatkan model dengan nilai koefisien determinasi (R^2) terbaik. Nilai skor komposit disusun berdasarkan semua faktor yang memiliki R^2 tertinggi. Berdasarkan hasil uji model terbaik didapatkan hasil uji signifikan pada taraf 0,5 % sehingga dapat digunakan untuk pemodelan tingkat kepadatan *hotspots*. Persamaan skor komposit yang diperoleh adalah $y = -2 \times 10^{-6}x^3 + 0,0003x^2 - 0,0046x + 0,0248$. Penyusunan bobot masing-masing variabel disusun berdasarkan proporsi masing-masing koefisien korelasi dari regresi linear terhadap total seluruh koefisien regresinya.

Tabel 1 Luas kerawanan kebakaran hutan dan lahan menurut kabupaten/kota Provinsi Kalimantan Timur

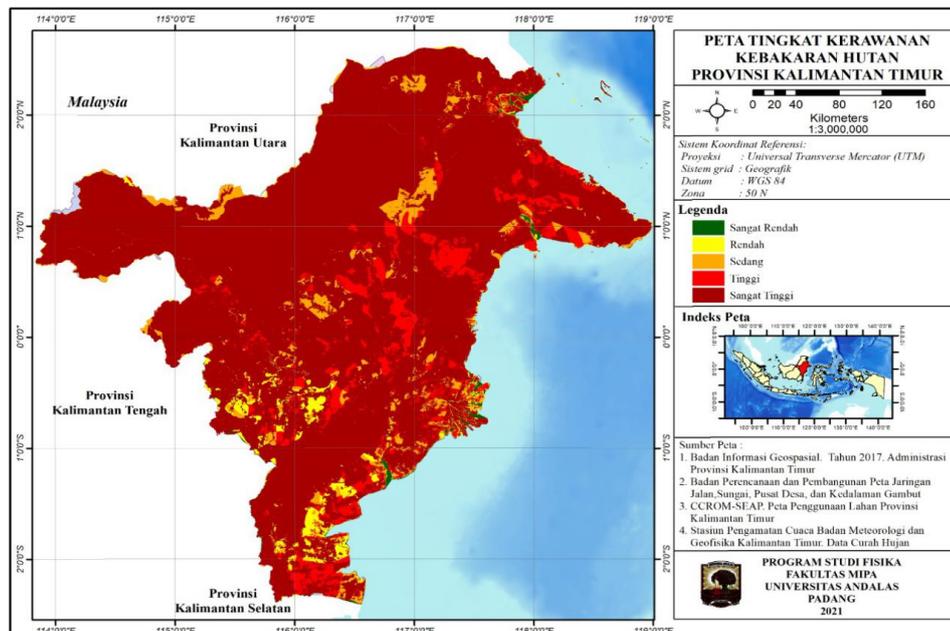
Kabupaten/kota	Kelas kerawanan				
	Sangat rendah (ha)	Rendah (ha)	Sedang (ha)	Tinggi (ha)	Sangat tinggi (ha)
Berau	2382,7	5835,1	101709,6	99564,6	1,984,034
Balikpapan	4107,6	3217,6	3998,9	5720,1	37,524
Samarinda	0	44,8	13939,9	12214,9	46,169,2
Bontang	145,8	495,1	2620,2	1050,7	12,003,3
Kutai Barat	1187,1	112226,7	50008,9	91689,1	1,108,411
Kutai Timur	534,7	3497,6	145847,7	351314,7	2,642,125
Kutai Kartanegara	5050,3	16488,7	128607,5	196474,8	2,166,511
Mahakam Ulu	48,5	2685,7	15352,9	18050,3	1,763,357
Paser	1123,7	103054,4	40680,7	132002,2	781,982,6
Penajam Paser	3852,1	34796,8	2270	53454,9	209,943,6

Berdasarkan Tabel 1 luas kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur, daerah terluas untuk kelas kerawanan sangat tinggi terletak pada Kabupaten Kutai Timur (2,6 juta ha) dengan persentase rawan kebakaran 84,06 %, disusul dengan Kabupaten Kutai Kartanegara (2,1 juta ha) dengan persentase rawan kebakaran 86,21 % dan Kabupaten Berau (1,98 juta ha) dengan persentase rawan kebakaran 90,45%. Berdasarkan nilai koefisien dan bobot komposit model terbaik bahwa jarak dari jaringan jalan, jarak dari desa/permukiman, keberadaan gambut, tutupan lahan dan curah hujan berpengaruh signifikan terhadap risiko kebakaran lahan dan hutan.

Curah hujan yang rendah di Provinsi Kalimantan Timur mengakibatkan bahan bakar akan mengandung kadar air yang rendah dan membuat kelembaban udara lingkungan menjadi kering sehingga sangat mudah terjadi kebakaran hutan dan lahan (Frاندika dan Hartono, 2016). Selain itu pengaruh El-Nino menyebabkan kemarau panjang sehingga membuat tanaman kering, hal ini menjadi bahan bakar potensial jika terkena percikan api yang berasal dari batu bara yang muncul di permukaan ataupun pembakaran lain yang tidak disengaja maupun disengaja. Kekeringan yang terjadi selama El-Nino telah mengakibatkan kolam-kolam penampungan dan sungai-sungai menjadi kering sehingga sumber air yang dibutuhkan untuk upaya pemadaman kebakaran hutan dan lahan sulit dijangkau (Raharjo, 2003).

Tutupan lahan sebagai indikator keberadaan bahan bakar juga merupakan faktor penting terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur. Hal ini dikarenakan jenis bahan bakar yang ada di atas suatu lahan akan mempengaruhi kecepatan pembakaran. Wilayah yang mempunyai vegetasi hutan maka penjalaran kebakarannya akan melambat karena kandungan air yang cukup besar dari bahan bakar penyusunnya dibandingkan dengan daerah tutupan lahan seperti kebun dan sawah yang ada campuran tangan manusia untuk membersihkan lahan sehingga lahannya telah dikeringkan membuat penjalaran api lebih cepat (Zubaidah dkk., 2017).

Kebakaran di lahan gambut juga memiliki risiko yang sulit untuk dideteksi dan dikendalikan dibandingkan kebakaran pada jenis tanah lain. Kebakaran di lahan gambut akan menembus lapisan bawah dan membentuk lubang corong, kemudian api akan menyebar secara horizontal (Anggraini dan Trisakti, 2011). Gambut yang mengalami konversi pada temperatur yang tinggi dan sedikit kelembaban akan menyebabkan meningkatnya evaporasi gambut selama musim panas sehingga menyebabkan kandungan air gambut menurun pada tingkat terendah (Giglio dkk., 2003). Gambut yang terbakar cenderung berlangsung secara terus menerus bahkan sampai berbulan-bulan, terutama pada musim kering. Akibat kadar air gambut yang menurun menyebabkan terjadinya oksidasi gambut dan mempercepat dekomposisi dan mineralisasi sehingga menyebabkan subsiden gambut dan meningkatnya emisi karbon.



Gambar 1 Peta tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur

Secara administratif tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada Gambar 1, dimana sangat terlihat tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur yang sangat tinggi dengan gradasi warna merah pekat yang banyak. Hal ini sesuai dengan latar belakang penelitian yang menyebutkan Kalimantan Timur merupakan penyumbang tertinggi deforestasi dan degradasi hutan. Luas sebaran tingkat risiko kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur, tingkat wilayah risiko sangat tinggi memiliki wilayah terluas dengan persentase 84,59 % (10,940,308 ha), untuk tingkat risiko sedang kebakaran hutan dan lahan memiliki persentase 4,72 % (611,051 ha) sedangkan tingkat risiko sangat rendah memiliki luas yang sangat kecil dengan persentase luasnya sebesar 0,51% (66,067 ha).

IV. KESIMPULAN

Faktor utama penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur terdiri atas faktor aktivitas manusia sebesar 54,5 % dan faktor biofisik sebesar 45,5%. Model spasial tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kalimantan Timur dibangun oleh faktor jarak terhadap desa, jarak terhadap jalan, tutupan lahan, keberadaan gambut dan curah hujan yang memiliki koefisien determinasi (R^2) yang cukup sebesar 0,90 sehingga dapat digunakan untuk menduga kepadatan hotspots per km². Validasi model menunjukkan bahwa model dapat memprediksi risiko kebakaran hutan dan lahan dengan akurasi 54,33 %. Wilayah berdasarkan luas sebaran tingkat risiko kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Timur dibagi atas lima kelas risiko yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Angraini, N dan Trisakti, B., 2011, 'Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kebakaran Hutan dan Deforestasi Di Provinsi Kalimantan Barat', *Jurnal Penginderaan Jauh*, Vol. 8, Hal.11-20.

Erten, E., Kurgun, V., dan Lu, N.M., 2004, 'Forest Fire Risk Zone Mapping from Satellite Imagery and Gis A Case Study', *Jurnal Civil Engineering Faculty*, ITU Institute of Informatics, TURKEY.

Frandika, A., dan Hartono, 2016, 'Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Geografi untuk Pemetaan Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan di Kawasan Cagar Biosfer Giam Siak Kecil', *Jurnal Geografi UGM*, Departemen Geografi UGM.

Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C.O. dan Kaufman, Y.J., 2003, 'An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS', *Remote Sensing of Environment*, Vol.87, hal.272-282.

- Irwandi, Jumani, dan Ismail, B., 2016, 'Upaya Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan di Desa Purwajaya Kecamatan Loa Janan Kabupaten Kutai Kertanegara Kalimantan Timur', *Jurnal AGRIFOR*, Vol XV, No 2, hal 201-210
- Kayoman, L., 2010, 'Pemodelan Spasial Risiko Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Kalimantan Barat', *Tesis*, IPB, Bogor.
- Rahayu, Y., Mulud, K., dan Hijriani, A., 2016, 'Pemetaan Penyebaran dan Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Model Geometrik di Daerah Bandar Lampung Berbasis Webgis', *Jurnal Information System Engineering and Intelligence*, Vol.2, No.2, hlm 95-101.
- Raharjo, B.H., 2003, 'Tipe Kebakaran Hutan', *Jurnal Pengendalian Kebakaran Hutan*, Fakultas Kehutanan IPB, hal.151-153.
- Shafitri, L.D., 2018, 'Analisis Deforestasi Hutan di Provinsi Riau dengan Metoda Polarimetrik dalam Penginderaan Jauh', *Jurnal Geodesi UNDIP*, Vol.7, No.2, Departemen Teknik Geodesi UNDIP.
- Ulya, N.A., dan Yunardi, S., 2006, 'Analisis Kebakaran Hutan di Indonesia terhadap Distribusi Pendapatan Masyarakat', *Jurnal Penelitian Sosial & Ekonomi Kehutanan*, Vol.3, No.2, BALITTAMAN, hal. 133-146.
- Wibowo, K.A., 2019, 'Manajemen Penanganan Kebakaran Hutan dan Lahan (Karhutla) Guna Meningkatkan Ekonomi Masyarakat', *Jurnal Studi Sosial dan Politik*, Vol.3, No. 1, JSSP, hal 69-83.
- Zubaidah, A., Suwarsono, S.S., Vetrira, Y., Priyatna M, dan Ayu, K., 2017, 'Akurasi Luas Areal Kebakaran dari Data Landsat 8 di Wilayah Kalimantan', *Majalah Ilmiah Globe*, Vol.19, No.1, hal. 21- 32.