

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEBAKARAN HUTAN DI
INDONESIA DAN IMPLIKASI KEBIJAKANNYA**

**(FACTORS AFFECTING FOREST FIRE IN INDONESIA AND POLICY
IMPLICATION)**

S. Andy Cahyono¹, Sofyan P Warsito¹, Wahyu Andayani¹ dan Dwidjono H Darwanto²

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

²Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Email: sandycahyono@yahoo.com, Nomor telepon: 08151893245

ABSTRAK

Kebakaran hutan merupakan salah satu permasalahan lingkungan dan kehutanan yang krusial serta menjadi perhatian lokal dan global. Upaya penanggulangannya sudah lama dilakukan tetapi keberhasilannya relatif rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi luas kebakaran hutan dan gambut di Indonesia. Analisis kebakaran hutan dilakukan pada tiga pulau utama yaitu Sumatera, Kalimantan dan Papua. Data yang digunakan merupakan data sekunder deret waktu 1969—2012. Data dianalisis dengan menggunakan model ekonometrika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kebakaran hutan dan gambut antara lain harga kayu bulat, harga ekspor CPO, el nino, anggaran Kementerian Kehutanan, krisis ekonomi dan jumlah hotspot. Determinan yang teridentifikasi memberikan pengaruh besar pada luas kebakaran hutan dan gambut adalah jumlah hotspot. Pengendalian jumlah hotspot secara nyata menurunkan luas kebakaran hutan. Untuk itu perlu perubahan paradigma dalam pengendalian kebakaran hutan dari kegiatan pemadaman kebakaran hutan menjadi upaya preventif pencegahan terjadinya hotspot sebagai indikasi awal kebakaran hutan.

Kata kunci: kebakaran hutan, *hotspots*, pencegahan

ABSTRACT

Forest fire is one of the crucial environmental and forestry issues as well as local and global concern. The longstanding efforts have been conducted to overcome this problem, but the success was relatively low. This study aims to determine the factors that affect the extent of forest and peat fires in Indonesia. The analysis of forest fires was carried out on three major islands, i.e. Sumatra, Kalimantan and Papua using time series data from 1969 to 2012. The data were analyzed using econometric models. The results indicated that the factors affecting the forest and peat fires included the price of logs, export prices of CPO, el nino, budget of the Ministry of Forestry, the economic crisis and the number of hotspots. The identified determinant which has a major impact on the extent of forest and peat fires is the number of hotspots. Controlling the number of hotspots significantly reduced the magnitude of forest fires. For that reason, there is a need for a paradigm shift in the control of forest fires from forest fire fighting activities into preventive effort by reducing the number or preventing the occurrence of hotspots as an early indication of a forest fire.

Keywords: forest fires, hotspots, prevention

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan fenomena yang sering terjadi di Indonesia (Gellert, 1998; Stolee *et al.*, 2003) yang menjadi perhatian lokal dan global (Herawati dan Santoso, 2011). Kebakaran hutan bukan hal baru, di Kalimantan kebakaran hutan sudah terjadi sejak abad 17 (Barber dan Schwiehelm, 2000; Bowen *et al.*, 2001). Namun baru pada tahun 1980 terjadi peningkatan luas dan intensitas terjadinya kebakaran hutan, khususnya di Sumatera dan Kalimantan. Kebakaran hutan yang cukup besar terjadi di tahun 1982/1983, 1987, 1991, 1994, 1997/1998 dan 2002, 2006 (Dennis, 1999; Bowen *et al.*, 2001; Tacconi, 2003; Wibowo, 2003; Adinugroho *et al.*, 2004; Akbar, 2008). Apabila dicermati lebih jauh, kebijakan pemerintah di tahun 1980 yang membuka konsesi hutan, mengubah hutan alam menjadi perkebunan, transmigrasi, pengembangan irigasi, dan perluasan pertanian diduga meningkatkan luas kebakaran hutan. Kebijakan nasional yang mendorong perubahan penggunaan lahan meningkatkan kebakaran hutan (Sastry, 2002; Stolle *et al.*, 2003).

Dampak kebakaran hutan dan lahan yang menonjol adalah terjadinya kabut asap yang mengganggu kesehatan dan sistem transportasi darat, laut dan udara. Dampak kebakaran hutan terhadap produksi pertanian diduga tidak terlalu besar karena pembakaran dilakukan untuk penyiapan lahan, kecuali jika kebakaran mencapai lahan pertanian yang memproduksi. Kebakaran hutan menghasilkan emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer. Page *et al.* (2002) mengestimasi kebakaran hutan pada tahun 1997 telah melepaskan emisi karbon sebesar 0,81—2,57 Gt yang sebagian besar (60%) berasal dari lahan gambut. Studi emisi karbon kebakaran gambut menunjukkan hasil yang bervariasi, yaitu 1.624 MtCO₂ (Heil *et al.*, 2007), 360 MtCO₂ (Levine, 1999), 1.191 MtCO₂ dan 3.778 MtCO₂ (Page *et al.*, 2002), 1.029 MtCO₂ (Duncan *et al.*, 2003), 466 MtCO₂ (Van der Werf *et al.*, 2007), dan 6,4 MtCO₂ (IFCA, 2008 dalam Dharmawan, 2013).

Kerugian ekonomi akibat kebakaran hutan dan lahan pada tahun 1997-1998 diperkirakan mencapai US\$ 9,3 milyar (Bappenas, 2000 dikutip Sakti, 2005) sampai dengan US\$20,1 milyar (Varma, 2003) dan ADB/Bappenas (1999 dalam Suyanto, *et al.*, 2004) memperkirakan 35 juta orang terkena dampaknya. Pada saat terjadi kebakaran hutan tahun 1997 media massa nasional melaporkan ada 176 perusahaan yang dituduh melakukan pembakaran hutan dalam pembukaan lahan, 133 di antaranya adalah perusahaan perkebunan (*Down to Earth*, 1997). Oleh karena itu, pembangunan perkebunan kelapa sawit menjadi salah satu penyebab kebakaran hutan seluas 10 juta hektar pada tahun 1997/98 dengan kerugian ekonomi mencapai US\$ 9,3 milyar (Bappenas, 1999).

Upaya pengendalian kebakaran hutan dan gambut yang sering dilakukan adalah kegiatan pemadaman kebakaran hutan yang terjadi. Pemadaman kebakaran hutan dan gambut dilakukan secara terintegrasi dengan Manggala Agni dari Departemen Kehutanan dibantu instansi lainnya dan masyarakat. Namun upaya tersebut kadangkala tidak optimal hasilnya terutama di lahan gambut. Pengendalian kebakaran hutan dan gambut akan efektif apabila diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi luas kebakaran hutan dan gambut.

Bertolak pada informasi di atas, maka penelitian ini bertujuan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kebakaran hutan dan gambut di Indonesia serta implikasi kebijakannya. Penelitian ini menganalisis kebakaran hutan yang terjadi di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat menjadi bahan bagi pengambil kebijakan dalam mengatasi kebakaran hutan yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data deret waktu (*time series*) tahun 1969—2012. Data tersebut berasal dari Badan Pusat Statistik, Kementerian Kehutanan, Kementerian Pertanian serta hasil penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini.

Luas kebakaran hutan dan gambut dalam penelitian ini dipelajari prilakunya pada 3 pulau besar di Indonesia yang sering terjadi kebakaran hutan. Pulau tersebut adalah Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua, sehingga terdapat enam persamaan luas kebakaran hutan dan gambut yang terformulasi. Luas kebakaran gambut merupakan kebakaran hutan yang terjadi di lahan dan hutan rawa gambut. Berbeda dengan kebakaran hutan yang terjadi di atas permukaan tanah, kebakaran lahan gambut terjadi di atas dan di bawah permukaan tanah. Kebakaran gambut di bawah permukaan tanah relatif sulit untuk dikendalikan dan dipadamkan. Luas kebakaran hutan dan gambut dipengaruhi oleh harga kayu bulat, harga ekspor minyak kelapa sawit (CPO), harga ekspor karet (lateks), kemarau panjang atau el nino, krisis ekonomi, anggaran Kementerian Kehutanan, jumlah *hotspot* dan luas kebakaran hutan satu tahun sebelumnya. Persamaan-persamaan luas kebakaran hutan dan gambut setiap pulau dan tanda koefesien yang diharapkan (hipotesis) dirumuskan sebagai berikut:

$$AK_{t-1} = \alpha_0 + \alpha_1 * HKBI_t + \alpha_2 * HECPO_t + \alpha_3 * HEKRT_t + \alpha_4 * ELNINO_t + \alpha_5 * KRISIS_t + \alpha_6 * ANHUT_t + \alpha_7 * HOTSPOT_t + \alpha_8 * AK_{t-1} + u$$

Tanda koefesien yang diharapkan (hipotesis):

$$\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_7 > 0; \alpha_1, \alpha_6 < 0; 0 < \alpha_8 < 1$$

dimana:

- AK_{t-1} = Luas kebakaran hutan dan gambut di pulau tertentu pada tahun t (1000 ha), huruf ke tiga dan keempat menunjukkan jenis kebakaran dan lokasinya yaitu (HS= hutan di Sumatera, HK = hutan di Kalimantan, HP=Hutan di Papua, GS=gambut di Sumatera, GK= gambut di Kalimantan, GK=gambut di Papua)
- HKBI = Harga kayu bulat Indonesia riil tahun t (Rp/m³)
- HECPO = Harga ekspor CPO Indonesia dideflasi indeks harga Belanda tahun t (US\$/ton)
- HEKRT = Harga ekspor karet Indonesia dideflasi indeks harga konsumen Singapura tahun t (US\$/ton)
- ANHUT = Anggaran Departemen Kehutanan riil tahun t (Rp 1000)
- ELNINO = Kondisi iklim el nino, peubah dummy, D=1, saat terjadi el nino dan D=0 saat tidak terjadi el nino
- KRISIS = Krisis ekonomi, peubah Dummy, D=1, saat krisis ekonomi dan D=0 saat tidak krisis ekonomi.
- HOTSPOT = Jumlah titik panas api tahun t (buah)

Persamaan model kebakaran hutan dan gambut yang terjadi di tiap pulau dianalisis dengan program statistik SAS. Hasil dugaan parameter selanjutnya diinterpretasikan dan dihitung pula elastisitasnya. Uji F dan Uji t digunakan untuk menguji pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat baik secara bersama-sama maupun secara individu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pendugaan model kebakaran hutan Sumatera, Kalimantan dan Papua

Kebakaran hutan merupakan salah satu sumber emisi karbon sektor kehutanan. Hasil pendugaan parameter persamaan kebakaran hutan per pulau disajikan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pendugaan Parameter Persamaan Kebakaran Hutan di Sumatera, Kalimantan, dan Papua.

NO	Peubah	Parameter	t-hitung	Prob	Elastisitas		
					Jk Pendek	Jk Panjang	
1	Dependent variable: AKHS						
	INTERCEP	101.64064	0.29		0.7759		
	HKBI	-0.000555	-2.521	B	0.0235	-0.5305	-0.6004
	HECPO1	-0.246282	-0.296		0.7715	-0.0030	-0.0034
	ELNINO	-283.09942	-1.107	E	0.2859	-0.1509	-0.1708
	KRISIS	174.24717	0.708		0.4896	0.0398	0.0450
	ANHUT	1.43E-07	1.192	E	0.2519	0.3126	0.3537
	HOTSPOT	0.017189	4.709	A	0.0003	1.7531	1.9840
	LAKHS	0.116402	0.723		0.4806		
		R ² =0.5438	F=4.747		DW=2.362	h=-1.0462	
2	Dependent variable: AKHK						
	INTERCEP	127.52255	0.306		0.7636		
	HKBI	-0.000664	-2.5	B	0.0245	-0.5778	-0.6525
	HECPO1	-0.309876	-0.308		0.7624	-0.0034	-0.0038
	ELNINO	-339.3502	-1.096	E	0.2903	-0.1646	-0.1859
	KRISIS	242.16717	0.807		0.4321	0.0504	0.0569
	ANHUT	1.49E-07	1.029	F	0.3196	0.2965	0.3348
	HOTSPOT	0.021551	4.896	A	0.0002	2.0008	2.2595
	LAKHK	0.114473	0.742		0.4697		
		R ² =0.5802	F=5.344		DW=2.416	h=-1.1935	
3	Dependent variable: AKHP						
	INTERCEP	-66.691518	-0.796		0.4391		
	HKBI	-7.376E-05	-1.823	C	0.0897	-0.3542	-0.3682
	HECPO	0.174489	1.551	D	0.1432	0.6371	0.6623
	HEKRT	0.002	0.205		0.8408	0.0214	0.0222
	ELNINO	-23.756785	-0.477		0.641	-0.0636	-0.0661
	KRISIS	68.923785	1.424	D	0.1764	0.0791	0.0822
	ANHUT	1.40E-08	0.679		0.5081	0.1540	0.1601
	HOTSPOT	0.003009	4.495	A	0.0005	1.5417	1.6025
	LAKHP	0.03795	0.246		0.8093		
		R ² =0.6032	F=5.180		DW=2.458	h=-1.1169	

Berdasarkan Tabel 1, persamaan-persamaan areal kebakaran hutan (Sumatera, Kalimantan, dan Papua) memiliki koefisien determinasi (R^2) antara 0,5438—0,6032. Artinya, sebesar 54,38--60,32% keragaman kebakaran hutan dapat dijelaskan oleh peubah-peubah yang masuk dalam model sedangkan sebagian lagi (39,68—45,62 persen) belum dapat dijelaskan oleh peubah yang masuk dalam model. Hal ini menunjukkan ada peubah-peubah yang dapat menjelaskan perilaku kebakaran hutan yang belum masuk dalam model yang dibangun. Faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi luas kebakaran hutan (Sumatera, Kalimantan dan Papua) antara lain harga kayu bulat, el nino, krisis ekonomi, anggaran Kementerian Kehutanan, jumlah *hotspot*, harga ekspor CPO dan *lag* endogenousnya dengan taraf nyata berbeda-beda.

Pada tabel 1, peningkatan harga kayu bulat signifikan menurunkan luas kebakaran hutan di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Semakin tingginya harga kayu bulat membuat kayu lebih berharga sehingga kebakaran hutan yang disengaja akan dihindari atau berkurang. Implikasinya, kebijakan yang mendorong harga kayu menjadi relatif mahal akan menurunkan kebakaran hutan. Hal ini logis karena pembakar hutan lebih memilih kayu dibandingkan dengan membuka lahan untuk tanaman lain. Respon perubahan luas kebakaran hutan (Sumatera, Kalimantan dan Papua) inelastis dalam jangka pendek dan panjang terhadap perubahan harga kayu. Apabila diperbandingkan dampak perubahan harga kayu terhadap luas kebakaran hutan antara ketiga pulau tersebut, maka dampak terbesar terjadi di Kalimantan diikuti Sumatera dan terakhir Papua.

Resiko terjadinya kebakaran hutan meningkat dengan adanya konversi dari hutan alam menjadi hutan tanaman dan perkebunan (sawit, karet). Untuk membersihkan lahan hutan menjadi lahan siap tanam, pengusaha menggunakan sistem tebas dan bakar (*slash and burn*) karena relatif murah¹. Salah satu determinan konversi hutan ke penggunaan lain adalah harga komoditi. Terkait harga komoditi alternatif, peningkatan harga ekspor minyak sawit (CPO) tidak nyata menyebabkan kebakaran hutan di Sumatera dan Kalimantan tetapi signifikan meningkatkan kebakaran hutan di Papua. Selain itu dampak perubahan harga ekspor CPO di Sumatera dan Kalimantan relatif kecil serta tidak signifikan, sebaliknya di Papua dimana dampak peningkatan harga CPO relatif besar. Hal ini dikarenakan luas areal sawit di Sumatera dan Kalimantan yang sudah luas serta mulai mengalami titik jenuh sehingga perubahan harga tidak mendorong perluasan areal sawit melalui pembakaran hutan. Di Papua, perluasan areal sawit mulai meningkat dengan api sebagai *land clearing*, sehingga peningkatan harga ekspor CPO direspon dengan pembakaran hutan yang luas. Selain untuk kebun sawit, pembukaan areal hutan untuk tanaman karet juga dilakukan di Papua, namun harga ekspor karet (lateks) tidak signifikan mempengaruhi luas kebakaran hutan. Hal ini karena (1) luas perkebunan karet yang masih sedikit sehingga tidak signifikan pengaruhnya dan (2) pembukaan kebun karet dapat dilakukan tanpa membakar hutan melalui sistem agroforestry karet.

El nino dan krisis ekonomi mempengaruhi luas areal hutan yang terbakar di Sumatera, Kalimantan dan Papua, namun dampaknya relatif kecil yang ditunjukkan besaran elastisitasnya yang dibawah satu. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya el nino dan krisis ekonomi kurang berdampak besar terhadap kebakaran hutan. Sebaliknya, meningkatnya jumlah *hot spot* secara signifikan meningkatkan luas areal kebakaran hutan baik di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Peningkatan jumlah *hot spot* di Sumatera sebesar 10% direspon dengan peningkatan luas kebakaran hutan di Sumatera sebesar 17,53% dalam jangka pendek dan 19,84 % dalam jangka

¹ Informasi Institut Studi Arus Informasi (1999) yang dikutip Wardani (2004) menunjukkan bahwa biaya pembersihan lahan dengan sistem *slash and burn* berkisar antara Rp250 ribu-Rp400 ribu per hektar dibandingkan dengan cara membersihkan lahan tanpa bakar yang berbiaya Rp1,2 juta-Rp2 juta per hektar. Walhi 1998 menemukan bahwa pembakar hutan lebih suka membayar denda karena besarnya denda yang terlalu ringan.

panjang. Peningkatan jumlah hot spot di Kalimantan sebesar 10% akan direspon dengan peningkatan luas kebakaran hutan di Kalimantan sebesar 20,00% dalam jangka pendek dan 22,59 % dalam jangka panjang. Peningkatan jumlah *hot spot* di Papua sebesar 10% direspon dengan peningkatan luas kebakaran hutan di Papua sebesar 15,42% dalam jangka pendek dan 16,03 % dalam jangka panjang. Informasi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *hotspot* yang terjadi di tiap pulau lebih besar dampaknya terhadap luas kebakaran hutan dibandingkan dengan pengaruh terjadinya krisis ekonomi ataupun el nino. Implikasi kebijakannya adalah upaya pengendalian kebakaran hutan lebih diarahkan pada penanganan dan pengendalian jumlah *hotspot* menjadi seminimal mungkin. Artinya, upaya penanganan kebakaran hutan diarahkan pada pencegahan terjadinya *hot spot* dibandingkan penanganan pemadaman kebakaran hutan. Target penurunan emisi karbon dari kebakaran hutan akan efektif apabila pengendalian *hotspot* dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

Anggaran Kementerian Kehutanan berpengaruh positif meningkatkan luas kebakaran hutan di Sumatera dan Kalimantan secara nyata, namun tidak nyata di Papua. Hal ini tidak sesuai dengan dugaan parameter yang diharapkan, yaitu semakin meningkatnya anggaran Kementerian Kehutanan akan menurunkan kebakaran hutan. Penjelasan yang dapat diberikan sebagai berikut (1) anggaran Kementerian Kehutanan tersebut merupakan anggaran total sehingga tidak mencerminkan anggaran yang dipergunakan untuk pengendalian kebakaran kehutanan. (2) Biaya pencegahan dan pengendalian kebakaran hutan masih relatif rendah. Analisis menunjukkan bahwa rerata biaya untuk pencegahan dan penanganan kebakaran hutan untuk periode 2005—2009 adalah sebesar Rp. 8.150.477/ha.² Hal ini membuat anggaran Kementerian Kehutanan tidak berpengaruh signifikan menurunkan luas kebakaran hutan di Papua. Implikasi kebijakannya, pencegahan dan pengendalian kebakaran hutan akan efektif apabila Kementerian Kehutanan diberi sumber daya manusia, dana, prasarana, dan sarana yang mencukupi sehingga dapat mengendalikan kebakaran hutan.

Nilai parameter dugaan peubah bedakala pada persamaan-persamaan kebakaran hutan (di Sumatera, Kalimantan, dan Papua) mendekati nol (0,0379—0,1164) yang berarti koefisien penyesuaian peubah kebakaran hutan mendekati satu. Hal ini menunjukkan terdapat tenggang waktu yang relatif cepat untuk penyesuaian diri bagi kebakaran hutan (di Sumatera, Kalimantan, dan Papua) dalam merespon perubahan-perubahan yang terjadi pada situasi ekonomi dan kelembagaan yang terjadi.

B. Hasil Pendugaan Model Kebakaran Hutan Gambut Sumatera, Kalimantan, dan Papua

Tabel 2 menunjukkan hasil pendugaan parameter persamaan luas kebakaran hutan gambut di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Berdasarkan Tabel 2 tersebut, persamaan-persamaan luas kebakaran hutan gambut memiliki koefisien determinasi (R^2) relatif rendah yaitu 0,4073—0,6023 yang artinya 40,73—60,23% perilaku kebakaran hutan gambut yang dapat dijelaskan oleh peubah-peubah yang masuk dalam model dan keragaman sisanya sebesar 39,77—59,27 persen diterangkan oleh peubah yang tidak masuk kedalam model persamaan. Hasil uji F menunjukkan

² Data dan asumsi yang digunakan untuk menghitung biaya pencegahan dan penanganan kebakaran per ha adalah sebagai berikut. Berdasarkan data dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan, rata-rata jumlah hotspot tahun 2005-2009 adalah 10080 *hotspot*/tahun. Jika 30% dari rata-rata tersebut adalah 3.024 *hotspot* dan diasumsikan 1 *hotspot* sama dengan 1,22 ha, maka target luas hutan yang dapat dicegah kebakarannya adalah 3689,28 ha. Rata-rata jumlah hotspot di Pulau Kalimantan, Sumatera, dan Sulawesi adalah 5.554 *hotspot*/tahun. Jika 48% dari rata-rata tersebut adalah 2.710,35 dan diasumsikan 1 *hotspot* sama dengan 1,22 125 ha, maka target luas hutan yang dapat dicegah kebakarannya adalah 3.306,63 ha. Target total luas hutan yang dapat dicegah kebakarannya adalah 6.995,91 ha. Dengan demikian, total biaya untuk pencegahan dan penanganan kebakaran adalah Rp. 8.150.477/ha, yang diperoleh dari total biaya indikatif dibagi dengan target total luas hutan yang dapat dicegah kebakarannya (Ekawati, *et al.* 2012). Total biaya indikatif untuk pengendalian kebakaran hutan adalah 57,02 milyar rupiah (Permenhut P.57/Menhut-II/2011).

bahwa secara bersama-sama peubah-peubah yang masuk dalam model secara signifikan mempengaruhi luas kebakaran hutan gambut. Namun uji t menunjukkan bahwa kebakaran hutan gambut di Sumatera, Kalimantan, dan Papua dipengaruhi nyata oleh harga kayu bulat, harga ekspor CPO, el nino, krisis ekonomi, jumlah *hotspot* dan *lag* endogenousnya dengan taraf signifikansi berbeda-beda.

Tabel 2. Hasil Pendugaan Parameter Persamaan Kebakaran Gambut Sumatera, Kalimantan, dan Papua.

NO	Peubah	Parameter	t-hitung	Prob	Elastisitas		
					Jk Pendek	Jk Panjang	
1	Dependent variable: AKGS						
	INTERCEP	-37.354708	-0.444		0.6635		
	HKBI	-6.183E-05	-1.531	D	0.1481	-0.2638	-0.2679
	HECPO	0.144819	1.306	E	0.2126	0.4698	0.4772
	HEKRT	0.001203	0.123		0.9037	0.0114	0.0116
	ELNINO	-17.771568	-0.357		0.7263	-0.0423	-0.0429
	KRISIS	66.065462	1.389	D	0.1865	0.0674	0.0684
	HOTSPOT	0.002973	4.456	A	0.0005	1.3533	1.3747
	ANHUT	1.31E-08	0.63		0.5391	0.1274	0.1294
	LAKGS	0.01556	0.102		0.9205		
		R ² =0.6023	F=5.164		DW=2.508	h=-1.2215	
2	Dependent variable: AKGK						
	INTERCEP	48.470754	0.386		0.7056		
	HKBI	-1.003E-05	-0.13		0.8986	-0.0013	-0.0015
	HECPO1	0.103121	0.363		0.7218	0.0041	0.0046
	HEKRT	0.007745	0.4		0.6953	0.0548	0.0611
	ELNINO	-32.060804	-0.336		0.7417	-0.0569	-0.0634
	KRISIS	57.450293	0.638		0.5339	0.0437	0.0487
	HOTSPOT	0.004139	3.329	A	0.005	1.4045	1.5671
	ANHUT	-2.10E-08	-0.624		0.5425	-0.1529	-0.1706
	LAKGK	0.103779	0.564		0.582		
		R ² =0.4073	F=2.890		DW=2.266	h=-0.7354	
3	Dependent variable: AKGP						
	INTERCEP	-8.231148	-0.529		0.6052		
	HKBI	-1.87E-05	-2.498	B	0.0256	-1.0068	-1.2929
	HECPO	0.020785	0.999	F	0.3348	0.8510	1.0928
	HEKRT	0.000493	0.273		0.789	0.0590	0.0758
	ELNINO	-6.204671	-0.676		0.5099	-0.1863	-0.2392
	KRISIS	9.957705	1.094	E	0.2923	0.1281	0.1645
	HOTSPOT	0.000445	3.634	A	0.0027	2.5566	3.2830
	ANHUT	2.55E-09	0.668		0.5153	0.3140	0.4032
	LAKGP	0.221261	1.241	E	0.2352		
		R ² =0.4889	F=3.631		DW=2.458	h= -	

Peningkatan harga kayu bulat signifikan menurunkan luas kebakaran hutan rawa gambut di Sumatera dan Papua, tetapi tidak nyata di Kalimantan. Semakin tingginya harga kayu bulat membuat kayu lebih berharga sehingga kebakaran hutan rawa gambut yang disengaja dihindari atau berkurang. Respon perubahan luas kebakaran hutan rawa gambut (Sumatera dan Kalimantan) inelastis dalam jangka pendek dan panjang terhadap perubahan harga kayu bulat, tetapi elastis di Papua. Peningkatan harga kayu bulat sebesar 10% direspon penurunan kebakaran hutan rawa gambut di Papua sebesar 10,07% dalam jangka pendek dan sebesar 12,93% dalam jangka panjang. Hal ini mengindikasikan pula masih terdapatnya potensi kayu bernilai di hutan rawa gambut Papua.

Resiko terjadinya kebakaran hutan rawa gambut meningkat dengan adanya konversi dari hutan alam rawa gambut menjadi hutan tanaman dan perkebunan (sawit, karet). Untuk membersihkan lahan hutan rawa gambut menjadi lahan siap tanam untuk perkebunan atau HTI, pengusaha menggunakan sistem tebas dan bakar (*slash and burn*) karena relatif murah. Salah satu determinan konversi hutan ke penggunaan lain adalah harga komoditi. Terkait harga komoditi alternatif, peningkatan harga ekspor CPO secara nyata menyebabkan kebakaran hutan rawa gambut di Sumatera dan Papua, sedangkan harga karet tidak signifikan meningkatkan kebakaran hutan rawa gambut di ketiga pulau. Selain itu dampak perubahan harga ekspor CPO di Sumatera dan Papua relatif kecil terhadap kebakaran hutan rawa gambut.

Iklim ekstrim El nino tidak secara signifikan mempengaruhi kebakaran hutan rawa gambut di ketiga pulau yaitu Sumatera, Kalimantan dan Papua. Sedangkan krisis ekonomi meningkatkan kebakaran hutan gambut sebesar 66 ribu ha di Sumatera dan 10 ribu ha di Papua dibandingkan tidak ada krisis ekonomi. Namun krisis ekonomi tidak secara nyata mempengaruhi kebakaran gambut di Kalimantan.

Jumlah *hotspot* menjadi penentu utama peningkatan kebakaran hutan dan kebakaran hutan rawa gambut. Peningkatan jumlah *hotspot* signifikan meningkatkan luas areal kebakaran hutan rawa gambut di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Respon kebakaran hutan rawa gambut elastis dalam jangka pendek dan panjang terhadap perubahan jumlah *hotspot* di tiap pulau. Peningkatan jumlah *hotspot* di Sumatera sebesar 10 % direspon dengan peningkatan luas areal hutan rawa gambut sebesar 13,53% dalam jangka pendek dan sebesar 13,75% dalam jangka panjang. Sedangkan peningkatan jumlah *hotspot* sebesar 10% di Kalimantan akan direspon peningkatan luas kebakaran hutan rawa gambut di Kalimantan sebesar 14,05% dalam jangka pendek dan 15,67% dalam jangka panjang. Adapun peningkatan kebakaran hutan terbesar terjadi di Papua, dimana peningkatan jumlah *hotspot* sebesar 10% direspon peningkatan luas kebakaran hutan di Papua sebesar 25,57% dalam jangka pendek dan 32,83% dalam jangka panjang. Informasi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *hotspot* yang terjadi di setiap pulau berdampak besar pada terjadinya peningkatan luas kebakaran hutan rawa gambut di setiap pulau. Implikasi kebijakannya adalah upaya pengendalian kebakaran hutan rawa gambut lebih diarahkan pada penanganan dan pengendalian jumlah *hotspot* menjadi seminimal mungkin.

Anggaran Kementerian Kehutanan berpengaruh positif meningkatkan luas kebakaran hutan di Sumatera dan Papua tetapi berpengaruh negatif di Kalimantan. Namun pengaruh anggaran Kementerian Kehutanan di Sumatera, Kalimantan, dan Papua tidak signifikan secara statistik. Jadi anggaran Kementerian Kehutanan tidak berpengaruh atau berdampak pada perubahan luas kebakaran hutan rawa gambut. Penjelasan untuk hal ini relatif sama dengan penjelasan pada kebakaran hutan. Implikasi kebijakannya, pencegahan dan pengendalian kebakaran hutan akan efektif apabila Kementerian Kehutanan diberi sumber daya manusia, dana, prasarana, dan sarana

yang mencukupi sehingga dapat mengendalikan kebakaran hutan rawa gambut. Temuan ini sejalan kajian Herawati dan Santoso (2011).

Nilai parameter dugaan peubah bedakala pada persamaan-persamaan kebakaran hutan rawa gambut (di Sumatera, Kalimantan, dan Papua) mendekati nol (0,0156—0,2213) yang berarti koefisien penyesuaian peubah kebakaran hutan rawa gambut mendekati satu (0,7787—0,9844). Hal ini menunjukkan terdapat tenggang waktu yang relatif cepat untuk penyesuaian diri bagi kebakaran hutan rawa gambut (di Sumatera, Kalimantan, dan Papua) dalam merespon perubahan-perubahan yang terjadi pada situasi ekonomi dan kelembagaan yang terjadi.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

A. Kesimpulan

Faktor-faktor yang mempengaruhi luas kebakaran hutan dan hutan rawa gambut di Sumatera, Kalimantan, dan Papua adalah harga kayu bulat, harga ekspor CPO, el nino, anggaran Kementerian Kehutanan, krisis ekonomi, jumlah *hotspot*. Determinan luas kebakaran hutan yang signifikan pengaruhnya adalah jumlah *hotspot* yang terjadi di tiap pulau. Jumlah *hotspot* elastis dalam jangka pendek dan panjang terhadap luas kebakaran hutan dan gambut di tiap pulau.

B. Implikasi kebijakan

Kebijakan pengendalian kebakaran hutan sebaiknya diarahkan pada upaya pencegahan terjadinya *hotspot* dibandingkan dengan kebijakan saat ini yang lebih cenderung pada upaya pemadaman kebakaran hutan. Perubahan paradigma pengendalian kebakaran hutan ini perlu didukung dengan sosialisasi, dukungan anggaran, sumberdaya manusia, dan peralatan. Peran pemantauan satelit dan pengawasan timbulnya *hotspot* oleh masyarakat akan menentukan efektivitas pengendalian *hotspot* yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W.C., Suryadiputra, I.N.N., Saharjo, B.H., dan Siboro, L. 2004. *Panduan pengendalian kebakaran hutan dan lahan gambut*. Buku panduan. Wetlands International. Bogor. 162.
- Akbar, A. 2008. *Pengendalian kebakaran hutan berbasis masyarakat sebagai suatu upaya mengatasi resiko dalam REDD*. *Tekno Hutan Tanaman*, 1 (1): 11--22.
- Bappenas. 1999. *Final report, Anex I: causes, extent, impact and costs of 1997/98 fires and drought*. Asian Development Bank Technical Assistance Grant TA 2999-INO, Planning for Fire Prevention and Drought Management Project. Jakarta. 176 hal.
- Barber, C.V dan Schweithelm, J. 2000. *Trial by fire: forest fires and forestry policy in Indonesias era of crisis and reform*. World Resources Institute. Washington. 76 hal.
- Bowen, M.R., Bompard, J.M., Anderson, I.P., Guizol, P., Gouyon, A. 2001. *Anthropogenic fires in Indonesia: a view from Sumatra*. Dalam Peter, E., Radojevic, M. (Eds.), *Forest fires and regional haze in Southeast Asia*. Nova Science Publishers, Huntington, New York, pp. 41–66.
- Dennis, R. 1999. *A review of fire projects in Indonesia (1982—1998)*. Cifor. Bogor. 105 hal.
- Heil, A., Langmann, B. dan Aldrian, E. 2007. *Indonesian peat and vegetation fire emissions: factors influencing large-scale smoke-haze dispersion. Mitigation and Adaptation Strategy for Global Change* 12(1), pp. 113-133.

- Dharmawan, I.W.S. 2013. *Persamaan alometrik dan cadangan karbon vegetasi pada hutan gambut primer dan bekas terbakar. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10 (2): 175-191.
- Down to Earth. 1997. *The 1997 fires: responsibility rests with Suharto*. Down to Earth No. 35, November. London.
- Duncan, B.N., Bey, I., Chin, M., Mickley, L.J., Fairlie, T.D., Martin, R.V, dan Matsueda, H. 2003. *Indonesian wild-fires of 1997: Impact on tropospheric chemistry. Journal of Geophysical Research* 108 (D15), 4458.
- Gellert, P.K. 1998. *A brief history and analysis of Indonesia's forest fire crisis. Southeast Asia Program Publications at Cornell University. Indonesia*, vol 65: 63—85.
- Herawati, H dan Santoso, H. 2011. *Tropical forest susceptibility to and risk of fire under changing climate: a review of fire nature, policy and institutions in Indonesia. Forest Policy and Economics* 13 (2011): 227-233.
- Levine, J.S. 1999. *The 1997 fires in Kalimantan and Sumatra, Indonesia: Geophysical Research Letters* 26, 815-818.
- Page, S.E., Siegert, F., Rieley, J.O., Boehm, H.D.V., Jaya, A dan Limin, H. 2002. *The amount of carbon release from peat and forest fire in Indonesia during 1997. Nature* 420: 61—65.
- Sakti, D.N. 2005. Dampak protokol Kyoto melalui Clean Development Mechanism pada sektor kehutanan terhadap perekonomian Indonesia: Pendekatan Sistem Neraca Sosial Ekonomi. *Tesis*. Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik. Universitas Indonesia. Depok. 159 hal.
- Sastry, N. 2002. *Forest fires, air pollution, and mortality in Southeast Asia. Demography*, 39 (1): 1—23.
- Suyanto, Chokkalingam, U dan Wibowo, P. 2004. Kebakaran di lahan rawa/gambut di Sumatera: masalah dan solusi. (Editor). *Prosiding semiloka*. Cifor. Bogor.
- Stole, F., Chomitz, K.M., Lambin, E.F., dan Tomich, T.P. 2003. *Land use and vegetation fires in Jambi Province, Sumatera, Indonesia. Forest Ecology and Management* 179 (2003): 277—292.
- Tacconi, L. 2003. *Fires in Indonesia: causes, costs and policy implications*. CIFOR Occasional Paper No. 38. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Van der Werf, G. R, J. Dempewolf, S.N. Trigg, J.T. Randerson, P.S. Kasibhatla, L. Giglio, D. Murdiyarso, W. Peters, D.C. Morton, G.J. Collatz, A.J. Dolman, dan R.S. De- Fries. 2007. *Climate Regulation of Fire Emissions and Deforestation in Equatorial Asia. Proc.Nat. Acad. Sci. USA*.
- Varma, A. 2003. *The economics of slash and burn: a case study of the 1997-1998 Indonesia forest fires. Ecological Economics* 46 (2003): 159—171.
- Wardani, S. F. Y. 2004. Studi tentang sebaran titik panas (*hotspot*) bulanan sebagai penduga terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Propinsi Sumatera Selatan tahun 2001 dan 2002. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wibowo, A. 2003. *Permasalahan dan pengendalian kebakaran hutan di Indonesia*. Review Hasil Litbang. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.