

Pendugaan Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂) akibat Kebakaran Hutan dan Lahan pada Berbagai Tipe Tutupan Lahan di Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2000-2009

Carbondioxide (CO₂) Emissions Estimation caused by Forest Fire on Different Land Cover in West Kalimantan Province in 2000-2009

Bambang Hero Saharjo¹, Erianto Indra Putra¹, Uan Subhan¹

¹Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Forest fire is one of forest disturbance that may reduce forest area in Indonesia. West Kalimantan is one of Indonesian provinces that are vulnerable to forest fire. It is caused by land use changes that occurred in West Kalimantan Province. Forest fire has a huge impact, it has related with carbondioxide (CO₂) emissions are produced. This research was conducted between April and June 2012 at Forest Fires Laboratory, Departement of Silviculture, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University. The data used is hotspot data from Fire Information Resources Management System (FIRMS), precipitation data from Center for Meteorology Climatology and Geophysic (BMKG), and land cover map of West Kalimantan from Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). Hotspot data were processed to estimate burned area in each land covers, thus carbondioxide emissions could be obtained. The purpose of this research is to analyze forest and land fire occurrences on different land covers in West Kalimantan in 2000-2009 and to estimate their carbon dioxide emissions. The results showed that primary swamp forest in West Kalimantan decreased until 21% in 2009 while palm oil plantation has increased to 182%. The highest hotspot in the period 2000-2009 occurred in 2006 with 10,699 hotspot. The highest hotspot in 2000, 2005, and 2009 where occurred in shrubland as 225, 1069, and 2205 respectively. The increased of the numbers of hotspot is in line with burned area and CO₂ emissions. The largest burned area occurred in shrubland in 2009 (182,718 ha). The highest CO₂ emission on mineral land is found in shrubland in 2009 (1,480,023 tons) while primary swamp forest is the highest CO₂ emissions producer on peat land in 2009 (91,163 tons). Changes in primary swamp forest into oil palm plantation released the highest CO₂ emissions in the amount of 249,209 tons.

Key words: carbondioxide emissions, hotspot, land cover

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu bentuk gangguan yang paling serius terhadap hutan. Penyebab kebakaran hutan adalah karena faktor alam dan manusia. Kebutuhan manusia terhadap lahan yang semakin meningkat menjadi pemicu terjadinya kegiatan konversi hutan menjadi non hutan melalui perubahan penggunaan lahan yang dilakukan dengan cara pembakaran.

Kalimantan merupakan salah satu pulau yang memiliki luasan hutan yang sangat besar yaitu sekitar 28,23 juta ha (Dephut 2005), tetapi luasan tersebut semakin menurun karena seringnya terjadi kebakaran hutan. Salah satu kebakaran paling besar pada tahun 1997–1998 yang hampir menghancurkan 6,5 juta ha area hutan di Kalimantan, terutama di Kalimantan Barat (Bappenas 1999 dalam Tacconi 2003). Selain itu emisi yang dihasilkan dari kebakaran hutan dan lahan akan berdampak terhadap akumulasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Oleh karena itu diperlukan informasi mengenai pendugaan emisi karbondioksida akibat kebakaran hutan dan lahan pada berbagai tipe tutupan lahan di Kalimantan Barat sebagai salah satu provinsi yang rawan kebakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kejadian kebakaran hutan dan lahan

pada berbagai tipe tutupan lahan di Kalimantan Barat pada periode tahun 2000-2009 serta menduga emisi karbondioksida yang dihasilkannya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor pada bulan April-Juni 2012.

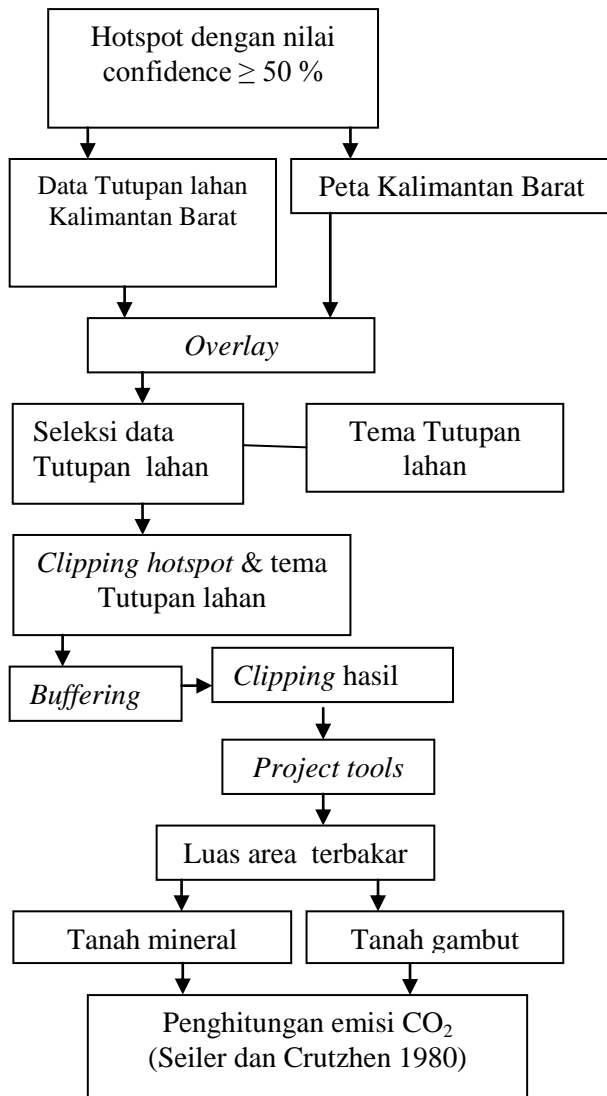
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah perangkat lunak ArcView GIS 3.3, Microsoft Office, alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan antara lain data sebaran *hotspot* Provinsi Kalimantan Barat tahun 2000-2009 dari Citra Satelit MODIS dari *Fire Information Resources Management System* (FIRMS), peta tutupan lahan Kalimantan Barat dari *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO), data curah hujan Provinsi Kalimantan Barat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Pusat.

Pengolahan Data

1. Pengolahan data di Arc View 3.3

Langkah-langkah pengolahan data pada perangkat lunak Arc View GIS 3.3, seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir pengolahan data

2. Penghitungan estimasi emisi karbon

Emisi karbon dikalkulasikan dengan mengikuti persamaan berikut (Seiler dan Crutzhn 1980):

$$M = A \times B \times E$$

Dimana:

M = Massa bahan bakar yang terbakar (ton)

A = Luas area terbakar (hektar)

B = Efisiensi pembakaran

E = Muatan bahan bakar (ton/ha)

Kehilangan karbon dari pembakaran (M (C)) dikalkulasikan sebagai :

$$M (C) = 0,45 \times M$$

Dimana:

M (C) = Massa karbon (ton)

M = Biomassa bahan bakar terbakar (ton)

Estimasi CO₂ dihitung berdasarkan jenis tanah gambut dan mineral. Emisi CO₂ pada tanah mineral (ton CO₂) dihitung menggunakan persamaan:

$$M (CO_2) = 0,90 \times M (C)$$

Emisi CO₂ yang dihasilkan di tanah gambut (ton CO₂) menggunakan persamaan:

$$M (CO_2) = (0,5) \times (0,9) \times M (C)$$

Dimana:

M (C) = Massa karbon (ton)

M (CO₂) = Emisi karbondioksida (ton)

3. Analisis data

Tahap analisis data yang dilakukan adalah menganalisis perubahan tutupan lahan di Kalimantan Barat, menganalisis luas area terbakar menurut sebaran hotspot dan perhitungan dugaan emisi karbondioksida akibat kebakaran hutan dan lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menyajikan luas Tutupan lahan tahun 2000, 2005, dan 2009.

Tabel 1 Luasan tutupan lahan tahun 2000, 2005, 2009

No	Tutupan lahan	Luas areal (ha)		
		2000	2005	2009
1.	Pemukiman	22.734	22.734	22.734
2.	Tegalan	652.613	768.156	747.902
3.	Sawah	265.557	266.616	269.721
4.	Semak belukar	4.833.173	4.803.014	4.548.413
5.	Alang-alang rawa	23.263	23.263	25.244
6.	Alang-alang	24.314	24.314	25.693
7.	Mangrove sekunder	126.352	126.352	126.352
8.	Kelapa sawit	298.691	306.624	859.313
9.	Kebun karet	354.775	392.977	387.093
10.	Kebun kelapa	24.938	139.756	24.938
11.	Tambang	9.782	9.782	13.084
12.	Kebun campuran	139.756	24.938	139.756
13.	Hutan rawa sekunder	146.192	141.912	257.849
14.	Hutan sekunder	1.026.488	987.764	939.281
15.	Hutan rawa primer	1.513.501	1.452.543	1.203.649
16.	Hutan primer	4.555.225	4.536.290	4.447.660
17.	Semak belukar rawa	504.045	494.363	475.582
18.	Air	135.097	135.097	135.097
19.	Tambak	5.493	5.493	5.493
	Total	14.661.922	14.661.922	14.661.922

Jumlah hotspot pada masing-masing tutupan lahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah *hotspot* tahun 2000, 2005, dan 2009

No	Tutupan lahan	Jumlah <i>hotspot</i>		
		2000	2005	2009
1.	Pemukiman	4	7	5
2.	Tegalan	31	277	527
3.	Sawah	13	79	197
4.	Semak belukar	225	1069	2205
5.	Alang-alang rawa	16	5	25
6.	Alang-alang	18	3	18
7.	Mangrove sekunder	1	2	13
8.	Kelapa sawit	45	88	2106
9.	Kebun karet	9	83	215
10.	Kebun kelapa	-	3	-
11.	Tambang	1	1	5
12.	Kebun campuran	28	45	86
13.	Hutan gambut sekunder	3	20	277
14.	Hutan sekuder	31	231	601
15.	Hutan gambut primer	14	457	571
16.	Hutan primer	14	349	615
17.	Semak belukar rawa	62	123	509
	Total	515	2842	7975

Tabel 3 menyajikan jumlah *hotspot* (titik panas) dan curah hujan di Kalimantan Barat.

Tabel 3 Jumlah titik panas dan curah hujan di Kalimantan Barat tahun 2000, 2005, dan 2009

Bln	Tahun					
	2000		2005		2009	
	*CH	TP	*CH	TP	*CH	TP
Jan	306	4	291	40	262	9
Peb	253	1	166	83	67	46
Mar	269	15	222	98	302	17
Apr	357	3	256	43	372	63
Mei	161	11	410	23	183	152
Jun	196	1	168	39	135	438
Jul	301	109	152	150	122	1271
Agt	110	356	162	1885	300	4540
Sep	155	12	230	468	190	1492
Okt	329	2	538	25	382	-
Nov	444	1	310	21	668	-
Des	176	-	141	3	309	-
Total	3056	515	3044	2878	3291	8028

*CH : curah hujan; TP : titik panas (*hotspot*)

*sumber: BMKG Pusat

Jumlah *hotspot* pada masing-masing tipe tutupan lahan dapat menjadi indikator terjadinya kebakaran hutan dan lahan dalam suatu wilayah. Tabel 4 menyajikan pendugaan luas areal terbakar tahun 2000, 2005, dan 2009 berdasarkan pendekatan jumlah *hotspot*.

Tabel 4 Luas areal terbakar tahun 2000, 2005, dan 2009

No	Tutupan lahan	Luas terbakar (ha)		
		2000	2005	2009
1.	Pemukiman	247	473	283
2.	Tegalan	2.608	22.030	35.927
3.	Sawah	1.177	5.987	12.690
4.	Semak belukar	20.164	96.181	182.719
5.	Alang-alang rawa	1.319	272	1.503
6.	Alang-alang	1.152	271	1.258
7.	Mangrove sekunder	99	113	797

8.	Kelapa sawit	3.226	4.533	80.177
9.	Kebun karet	681	6.634	16.652
10.	Kebun kelapa	-	214	-
11.	Kebun campuran	1.667	3.760	5.543
12.	Hutan gambut sekunder	214	1.338	14.800
13.	Hutan sekunder	2.266	17.595	44.698
14.	Hutan gambut primer	1.059	21.179	31.505
15.	Hutan primer	1.120	21.296	49.670
16.	Semak belukar rawa	61	7.772	29.741
17.	Tambang	95	77	289
	Total	37.155	209.728	508.235

Tabel 5 menyajikan emisi karbon pada tahun 2000, 2005, dan 2009.

Tabel 5 Massa karbon akibat kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2000, 2005, 2009

No	Tutupan lahan	Massa karbon (ton)		
		2000	2005	2009
1.	Pemukiman	444	852	509
2.	Tegalan	24.647	208.188	339.508
3.	Sawah	4.766	24.246	51.395
4.	Semak belukar	181.475	865.631	1.644.470
5.	Alang-alang rawa	8.308	1.714	9.468
6.	Alang-alang	4.147	977	4.528
7.	Mangrove sekunder	667	761	5.377
8.	Kelapa sawit	29.037	40.800	721.590
9.	Kebun karet	1.838	17.912	44.962
10.	Kebun kelapa	-	-	-
11.	Tambang	171	139	521
12.	Kebun campuran	10.503	23.690	34.919
13.	Hutan rawa sekunder	1.927	12.039	133.203
14.	Hutan sekuder	25.495	197.942	502.858
15.	Hutan rawa primer	25.495	197.942	502.858
16.	Hutan primer	14.117	268.335	625.841
17.	Semak belukar rawa	411	52.462	200.753
	Total	321.302	1.982.550	4.716.869

Emisi CO₂ yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan pada tanah mineral dan tanah gambut pada tahun 2000, 2005, dan 2009 disajikan pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6 Emisi CO₂ pada tanah mineral tahun 2000, 2005, 2009

No	Tutupan lahan	Emisi CO ₂ (ton)		
		2000	2005	2009
1.	Pemukiman	399	766	458
2.	Tegalan	21.200	173.900	241.505
3.	Sawah	3.458	17.461	32.654
4.	Semak belukar	163.328	779.068	1.480.023
5.	Alang-alang rawa	3.767	1.543	5.588
6.	Alang-alang	3.732	879	4.076
7.	Mangrove sekunder	601	685	4.840
8.	Kelapa sawit	20.270	25.064	450.769
9.	Kebun karet	1.654	4.476	33.112

10. Kebun kelapa	-	-	-
11. Tambang	154	125	469
12. Kebun campuran	5.043	9.695	16.495
13. Hutan rawa sekunder	1.734	3.551	22.706
14. Hutan sekunder	22.946	178.147	452.572
15. Hutan rawa primer	25.495	197.942	502.858
16. Hutan primer	5.989	51.900	122.845
17 Semak belukar rawa	-	12.553	62.786
Total	266.980	1.501.317	3.494.154

Tabel 7 Emisi CO₂ pada tanah gambut tahun 2000, 2005, 2009

No	Tutupan lahan	Emisi CO ₂ (ton)		
		2000	2005	2009
1.	Pemukiman	-	-	-
2.	Tegalan	382	5.238	24.909
3.	Sawah	323	1.696	5.290
4.	Semak belukar	-	-	-
5.	Alang-alang rawa	1.442	-	1.141
6.	Alang-alang	-	-	-
7.	Mangrove sekunder	-	-	-
8.	Kelapa sawit	2.280	4.533	77.258
9.	Kebun karet	-	4.528	2.860
10.	Kebun kelapa	-	-	-
11.	Tambang	-	-	-
12.	Kebun campuran	1.715	4.521	5.807
13.	Hutan rawa sekunder	-	2.833	37.791
14.	Hutan sekunder	-	-	-
15.	Hutan rawa primer	2.343	73.217	91.163
16.	Hutan primer	-	-	-
17	Semak belukar rawa	144	13.480	45.847
	Total	266.980	1.501.317	3.494.154

Kalimantan Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki luas wilayah terbesar dengan luas wilayah lebih kurang 146.807 km². Kalimantan Barat terbagi ke dalam berbagai tipe tutupan dan penggunaan lahan. Tidak tertutup kemungkinan, penggunaan lahan tersebut mengalami perubahan terkait beberapa faktor, salah satunya karena kegiatan konversi lahan (Ekadinata *et al.* 2011). Konversi lahan dilakukan untuk mengubah suatu tipe tutupan lahan menjadi tipe lain terutama tutupan lahan hutan menjadi non hutan yang pada umumnya dilakukan dengan cara pembakaran.

Berbagai tipe tutupan lahan mengalami perubahan luasan yang disebabkan oleh kegiatan konversi. Tipe tutupan lahan di Kalimantan Barat yang luasannya mengalami peningkatan sangat besar adalah perkebunan kelapa sawit sebesar 182% pada tahun 2005-2009. Hal tersebut dikarenakan terjadinya konversi lahan yang semula berupa semak belukar rawa, hutan, semak belukar, dan tegalan yang dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit banyak didorong oleh alasan sosial ekonomi serta adanya kebijakan yang terkait dengan pemberian insentif pada bidang usaha di sektor perkebunan, sehingga menyebabkan pembukaan

lahan untuk perkebunan terutama kelapa sawit meningkat drastis hampir di seluruh wilayah Indonesia, terutama Kalimantan (Syaufina 2008).

Penurunan luasan juga terjadi pada tipe tutupan lahan terutama hutan. Hutan yang mengalami penurunan luasan paling besar adalah hutan rawa primer sebesar 17% pada tahun 2005-2009. Luas hutan primer juga mengalami penurunan, yang semula 4.555.225 ha pada tahun 2000 menjadi 4.447.660 pada tahun 2009. Perubahan tutupan lahan juga menyebabkan peningkatan luasan hutan, yaitu hutan gambut sekunder yang semula seluas 146.192 ha (2000) menjadi 257.849 ha (2009). Peningkatan tersebut dikarenakan terjadinya perubahan tutupan lahan hutan rawa primer menjadi rawa sekunder.

Kegiatan pembakaran atau kebakaran hutan dan lahan pada suatu wilayah sering dikaitkan pada titik panas (*hotspot*). *Hotspot* merupakan titik panas dan bukan titik api karena tidak semua *hotspot* mengindikasikan adanya titik api pada suatu wilayah (Anderson *et al.* 1999 dalam Syaufina 2008). *Hotspot* dapat menunjukkan kejadian kebakaran di suatu wilayah dan *hotspot* sampai saat ini dijadikan sebagai suatu indikator yang dapat dipercaya untuk menunjukkan adanya kebakaran (Syaufina 2008).

Sebaran *hotspot* total di Kalimantan Barat pada tahun 2000, 2005, dan 2009 cenderung mengalami peningkatan. Tipe tutupan lahan yang memiliki jumlah *hotspot* tertinggi pada tahun 2000, 2005, dan 2009 adalah semak belukar yaitu 225 *hotspot* pada tahun 2000, 1069 (2005), dan 2205 *hotspot* (2009). Hal ini mengindikasikan bahwa semak belukar sangat rentan terhadap kebakaran hutan dan lahan. Hal tersebut dikarenakan semak belukar merupakan tipe tutupan lahan yang memiliki bahan bakar yang melimpah dan relatif kering sehingga mudah menyebabkan kebakaran (Pratondo *et al.* 2006). Beberapa tutupan lahan yang mengalami peningkatan *hotspot* pada tahun 2000, 2005, dan 2009 adalah hutan. Hutan primer pada tahun 2000 hanya memiliki 14 *hotspot* sedangkan pada tahun 2005 meningkat menjadi 349 *hotspot*, dan pada tahun 2009 meningkat menjadi 615 *hotspot*. Selain hutan primer peningkatan jumlah *hotspot* juga terjadi pada hutan gambut primer dan hutan sekunder. Hal tersebut menunjukkan bahwa hutan merupakan tipe tutupan lahan yang memiliki sebaran *hotspot* yang tinggi, artinya hutan merupakan salah satu tipe tutupan lahan yang rentan akan kebakaran hutan dan lahan di Kalimantan Barat (Arianti 2006). *Hotspot* dengan jumlah besar pada tahun 2000, 2005, dan 2009 juga terdapat pada tipe tutupan lahan yang memiliki hubungan dengan aktivitas manusia seperti tegalan dan kelapa sawit. Hal ini diperlihatkan pada peningkatan jumlah *hotspot* yang signifikan pada perkebunan kelapa sawit sejumlah 2106 *hotspot* pada 2009, dari semula hanya 45 *hotspot* (2000), dan 88 *hotspot* (2005). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia terhadap lahan memiliki resiko terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Kebakaran yang terjadi pada tipe tutupan lahan tersebut biasanya berhubungan dengan kegiatan penyiapan lahan dengan pembakaran, baik oleh masyarakat sekitar maupun oleh perusahaan (Heryaliyanto 2006).

Jumlah *hotspot* juga berkaitan dengan salah satu unsur iklim yaitu curah hujan. Sebaran jumlah *hotspot* tertinggi pada kurun waktu tahun 2000-2009 terjadi pada tahun 2002 dan 2006, yaitu masing-masing sebanyak 8901 (2002) dan 10699 *hotspot* (2006). Hal tersebut dikarenakan pada tahun 2002 dan 2006 terjadi El Nino kelas moderat di Indonesia, kejadian El Nino tersebut memiliki kaitan yang erat dengan periode dan jumlah presipitasi. Selama periode El Nino di Indonesia, terjadi penurunan presipitasi di bawah rata-rata yang menyebabkan curah hujan menjadi menurun dan hal ini mempengaruhi jumlah sebaran *hotspot* (Putra *et al.* 2008). Jumlah *hotspot* bulanan tertinggi pada tahun 2000, 2005, dan 2009 terdapat pada bulan Agustus, dimana pada bulan tersebut pada umumnya mengalami penurunan curah hujan dibandingkan bulan-bulan yang lain. Selain itu tingginya *hotspot* pada bulan tersebut berkaitan dengan kegiatan penyiapan lahan di daerah masing-masing yang dilakukan pada musim kemarau (Syaufina 2008).

Luas area terbakar pada tahun 2000-2009 berkorelasi dengan jumlah *hotspot* yang terdeteksi pada berbagai tipe tutupan lahan tersebut. Luas area terbakar terbesar pada tahun 2000, 2005, dan 2009 berturut-turut ada pada tutupan lahan semak belukar (SCH), yaitu 20.164 ha (2000), 96.181 ha (2005), 182.719 ha (2009). Hal tersebut dikarenakan belukar memiliki tipe bahan bakar yang sangat mudah terbakar terutama dalam kondisi mati dan kering. Tipe tutupan lahan lain yang memiliki persentase terbakar yang besar adalah perkebunan kelapa sawit sebesar 3.226 ha (2000) dan puncaknya pada tahun 2009 yang mencapai luas 80.177 ha sedangkan kebakaran tahun 2000 pada tipe tutupan lahan berupa hutan rendah yaitu di bawah 10%. Pada tahun 2005 luas area terbakar pada tipe tutupan lahan berupa hutan mulai mengalami peningkatan terutama hutan primer, hutan gambut primer, dan hutan sekunder. Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada tahun 2009 memperlihatkan hal yang sama, yaitu kebakaran didominasi oleh tipe tutupan lahan berupa hutan dan areal perkebunan kelapa sawit meskipun kebakaran terbesar masih terjadi pada semak belukar.

Kebakaran hutan dan lahan tidak hanya berdampak pada semakin menurunnya luasan hutan di Indonesia, tetapi banyak dampak yang lainnya, salah satunya adalah emisi karbondioksida (CO₂). Emisi karbon terbesar yang dihasilkan pada kebakaran hutan dan lahan tahun 2000, 2005, dan 2009 dihasilkan semak belukar yang mencapai 181.475 ton (2000), 865.631 ton (2005), dan 1.644.470 ton (2005). Kebakaran hutan dan lahan pada semak belukar terjadi seluruhnya pada tanah mineral dan menghasilkan emisi karbondioksida terbesar pada tahun 2000, 2005, dan 2009 sebesar 163.327 ton (2000), 779.067 ton (2005), dan 1.480.023 ton (2009). Tingginya emisi CO₂ yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan disebabkan karena sebagian besar unsur karbon yang teremisikan ke udara adalah dalam bentuk CO₂, sisanya berbentuk CO, hidrokarbon terutama CH₄, dan asap (Crutzhn *et al.* 1980). Perkebunan kelapa sawit juga menghasilkan emisi karbon yang cukup besar yaitu sebesar 29.037 ton (2000), 40.800 ton (2005), dan 721.590 ton (2009).

Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit berasal dari kebakaran di tanah mineral dan gambut.

Emisi karbondioksida (CO₂) terbesar akibat kebakaran gambut dihasilkan oleh hutan rawa primer yaitu sebesar 2.343 ton (2000), 73.217 ton (2005), dan 91.193 ton (2009). Emisi CO₂ yang dihasilkan akibat kebakaran hutan di tanah gambut berbeda dengan emisi yang dihasilkan pada tanah mineral, karena sebaran karbon di dalam profil tanah gambut tersebar di seluruh profil, dari mulai permukaan sampai lapisan dasar tanah mineral sedangkan pada tanah mineral sebaran karbonnya hanya terkonsentrasi pada lapisan 0-30 cm (Agus *et al.* 2011).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Luas terbakar terbesar di Kalimantan Barat didominasi oleh tipe tutupan lahan semak belukar, yaitu seluas 20.164 ha (2000), 96.181 ha (2005), dan 182.719 ha (2009).
2. Emisi CO₂ terbesar akibat kebakaran hutan dan lahan di tanah mineral terdapat pada semak belukar sebesar 163.327,57 ton (2000), 779.067,59 ton (2005), dan 1.480.023,40 ton (2009) sedangkan emisi CO₂ terbesar akibat kebakaran hutan dan lahan di tanah gambut dihasilkan oleh hutan rawa primer sebesar 2.342,89 ton (2000), 73.217,51 ton (2005), dan 91.163,10 ton (2009).

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pendugaan emisi gas rumah kaca (CO₂) yang dihasilkan oleh kebakaran hutan dan lahan di berbagai tipe tutupan lahan berdasarkan kedalaman gambut di Kalimantan Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti I. 2006. Pemodelan tingkat dan zona kerawanan Kebakaran hutan menggunakan GIS di Kapuas Tengah Sub Basin, Provinsi Kalimantan Barat [Tesis]. Bogor: Program Studi Pengelolaan DAS, Institut Pertanian Bogor.
- Departemen Kehutanan. 2005. Luas Tutupan lahan dalam kawasan hutan dan luar awasan hutan berdasarkan penafsiran citra satelit landsat 7 ETM+ s/d tahun 2005/ extent of land cover inside and outside forest area based on the interpretation of satellite image landsat 7 ETM+ up to 2005. [terhubung berkala] http://www.dephut.go.id/informasi/statistik/2005/Statistik_2005.htm. [28 Januari 2012].
- Ekadinata A, Dewi S. 2011. *Memahami Keragaman Sistem Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Penghitungan Opportunity Cost*. Bogor: World Agroforestry Centre.

- Heryalianto S. 2008. Studi tentang sebaran titik panas (*Hotspot*) sebagai penduga kebakaran hutan dan lahan di Propinsi Kalimantan Barat tahun 2003 dan tahun 2004 [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Pratondo B, Saharjo BH, Kardono P. 2006. Aplikasi infrastruktur data spasial nasional (IDSN) untuk pengendalian kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Ilmiah Geomatika* 12(2):70-71
- Putra E. 2008. Recent peat fire activity in the mega rice project area, Central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Disaster Research* 3(5):3-5
- Seiler W, Crutzen P.J. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climate Change* 2:207-247.
- Syaufina L. 2008. *Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Tacconi L. 2003. Kebakaran hutan di Indonesia: penyebab, biaya, dan implikasi kebijakan. *CIFOR Occasional Paper*. 38(1):14.