

# PENDUGAAN EMISI GAS RUMAH KACA AKIBAT KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN PADA BERBAGAI TIPE TUTUPAN LAHAN DI PROVINSI SUMATERA SELATAN TAHUN 2000-2009

*Carbondioxide (CO<sub>2</sub>) Emission Estimation Caused by Forest Fires on Different Land  
Covers in South Sumatra Province in 2000-2009*

**Bambang Hero Saharjo, Erianto Indra Putra, dan Nursyamsi Syam**

Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanana IPB

## ABSTRACT

*Forest fire has become serious problem and affected to forest balance and bring negative impact for ecology, economy, and political aspects. Therefore, information about land and forest fire based on hotspot are needed as well as carbondioxide emission that released, especially in area that has vulnerability of forest fire, such as South Sumatra Province. The aims of this research are to calculating hotspot in South Sumatra as indicator of land and forest fire, to estimating burned area based on hotspot data, and to calculating carbondioxide (CO<sub>2</sub>) emission that released from burnt area on different land covers. This research was conducted from July to September 2012 at Forest Fires Laboratory, Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University. The data used in this research are MODIS hotspot data from Fire Information Resources Management System (FIRMS), precipitation data from Center of Meteorology Climatology and Geophysics (BMKG), and land covers map of South Sumatra from Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). The result showed that the widest burned area in South Sumatra Province was in dry cultivation land which covered by shrub amounted to 6 172 ha (2000), 61 836.81 ha (2005), and 127 259.53 ha (2009). The highest carbondioxide emission was released from dry cultivation land which covered by shrub on mineral land amounted to 52 475.73 ton (2000), 524 417.17 ton (2005), and 1.071.972,41 ton (2009). While the highest carbondioxide emission as result from land covers changed was from cultivation land which covered by shrub amounted to 3 078 899.73 ton (44.52%) and 20 443 299.85 ton (50.60%).*

**Key words:** *carbondioxide emission, land and forest fire, land covers*

## PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu permasalahan yang serius dan berpengaruh terhadap keseimbangan hutan yang berdampak sangat merugikan baik segi ekologis, ekonomi maupun politik. Kebakaran hutan dari segi ekologis berakibat pada hilang dan rusaknya sumberdaya hutan dan terganggunya keseimbangan ekosistem hutan. Kebakaran hutan dan lahan dari segi ekonomi dapat menurunkan devisa negara. Pada bidang politik kebakaran hutan dan lahan dapat mengganggu hubungan dengan negara tetangga terkait dengan adanya asap kebakaran. Dalam dua puluh tahun terakhir, kebakaran hutan seringkali menjadi salah satu cara untuk merubah satu tipe penutupan lahan menjadi tipe yang lain, salah satunya perubahan hutan menjadi non hutan. Kebakaran hutan merupakan kejadian yang sering terjadi di Pulau Kalimantan dan Sumatra, kejadian kebakaran terparah terjadi pada tahun 1986, 1991, 1994 dan 1997 (Samsuri 2008). *Hotspot* merupakan titik panas yang memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan suhu sekitarnya dan menjadi indikator adanya kebakaran hutan dan lahan di suatu wilayah (Syaufina 2008). Oleh sebab itu, untuk mengantisipasi secara dini terjadinya kebakaran hutan diperlukan suatu upaya pemantauan adanya titik-titik

panas (*hotspot*) misalnya melalui satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Kejadian kebakaran hutan dan lahan erat hubungannya dengan masalah emisi karbon yang dihasilkan, karena unsur karbon merupakan senyawa yang dominan dalam kebakaran hutan.

Kejadian kebakaran hutan erat kaitannya dengan tujuan penggunaan lahan, dalam penyiapan lahan biasanya dengan pembakaran untuk membersihkan permukaan tanah sehingga data *hotspot* sangat dibutuhkan oleh berbagai *stakeholder* dalam rangka pengambilan keputusan di lapangan untuk upaya pengendalian kebakaran hutan. Oleh karena itu, diperlukan informasi mengenai kejadian kebakaran hutan dan lahan berdasarkan sebaran *hotspot* beserta emisi karbondioksida yang dihasilkannya, terutama di daerah yang rawan kebakaran hutan dan lahan, salah satunya Provinsi Sumatra Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung dugaan luas terjadinya kebakaran hutan dan lahan berdasarkan jumlah *hotspot* yang terdeteksi dengan tingkat kepercayaan > 50 %, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam menduga emisi gas rumah kaca yang terjadi selama kebakaran hutan dan lahan yang berlangsung di Provinsi Sumatra Selatan berdasarkan tutupan lahan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu

para *stakeholder* yang ada di lapangan untuk upaya pengendalian kebakaran hutan, melalui data informasi dari sebaran *hotspot* pada berbagai tipe penutupan lahan dan informasi estimasi emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkannya.

**METODE PENELITIAN**

**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor pada bulan Juli-September 2012.

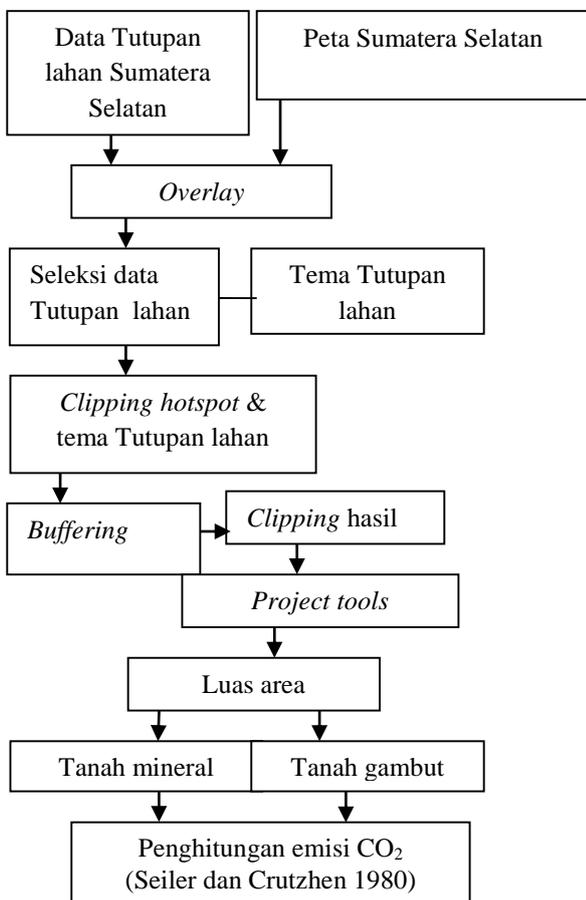
**Alat dan Bahan**

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 Sumatera Selatan tahun 2000-2009 (MODIS) dari *Fire Information Resources Management System* (FIRMS), peta tutupan lahan Sumatera Selatan dari *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO), data curah hujan Provinsi Sumatera Selatan 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 alih pengolahan data

**2. Penghitungan estimasi emisi gas yang dihasilkan selama kebakaran**

Emisi gas-gas hasil kebakaran hutan tropis/gambut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Seiler dan Crutzen (1980) sebagai berikut:

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

Dimana,

M = Total massa dari biomassa yang dikonsumsi pada saat kebakaran (ton)

A = Areal yang terbakar (km<sup>2</sup>)

B = Muatan biomassa (ton/km<sup>2</sup>)

E = Efisiensi pembakaran

- Efisiensi untuk pembakaran hutan adalah 0.50

**a. Penghitungan nilai karbon dari suatu kebakaran**

Karena karbon mewakili 45 % dari massa hutan tropis, maka total massa karbon M (C) yang dilepaskan ke atmosfer selama kebakaran berlangsung adalah sebagai berikut:

$$M (C) : 0.45 M \text{ (ton karbon)}$$

**b. Penghitungan nilai CO<sub>2</sub> (karbondioksida) yang dilepaskan ke atmosfer selama proses kebakaran gambut berlangsung**

Kira-kira 50 % dari massa gambut yang terdapat dalam bentuk karbon, selama kebakaran gambut kira-kira 77% dari karbon yang dilepaskan dalam bentuk CO<sub>2</sub>, menghasilkan massa CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke atmosfer sebagai berikut:

$$M (CO_2) = (0.50) (0.70) M \text{ (ton CO}_2\text{)}$$

**c. Penghitungan nilai CO<sub>2</sub> (karbondioksida) yang dilepaskan ke atmosfer selama proses kebakaran hutan berlangsung**

Untuk kebakaran di hutan tropis dimana 90% dari karbon adalah dalam bentuk CO<sub>2</sub> maka massa CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke atmosfer selama pembakaran berlangsung adalah sebagai berikut:

$$M (CO_2) = 0,90 M (C) \text{ (ton CO}_2\text{)}$$

**d. Penghitungan massa emisi gas lain**

Bila massa CO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama kebakaran diketahui, maka massa emisi dari gas lain misalnya Xi (M (Xi)) yang dihasilkan selama proses kebakaran dan dilepaskan ke atmosfer dapat dihitung dengan informasi/pengetahuan dari CO<sub>2</sub>-rasio emisi normal gas tertentu (ER (Xi)). Rasio emisi adalah produksi dari jenis Xi terhadap produksi CO<sub>2</sub> dalam suatu kebakaran. Massa dari jenis Xi, berhubungan dengan massa CO<sub>2</sub> dengan persamaan berikut: M (Xi) = ER (Xi) x M (CO<sub>2</sub>) (ton elemen X). Dalam hal ini adalah: CO, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> dan O<sub>3</sub>. Dari penghitungan oleh Yokelson *et al.* (1996) maka didapatkan nilai ER (Xi) untuk masing-masing jenis emisi gas X dari kebakaran gambut adalah sebagai berikut: NH<sub>3</sub> = 1.28 %, NO<sub>x</sub> = 0.457 %, CH<sub>4</sub> = 1.04 %, O<sub>3</sub> = 1.04 %, CO<sub>2</sub> = 77.05 % dan O = 18.15 %, sedangkan dari dari kebakaran hutan adalah sebagai

berikut:  $\text{NH}_3 = 0.09\%$ ,  $\text{NO}_x = 0.21\%$ ,  $\text{CH}_4 = 0.32\%$ ,  $\text{O}_3 = 0.48\%$ , dan  $\text{CO} = 8.5\%$ .

### Analisis data

Dalam rangka untuk menduga emisi  $\text{CO}_2$  yang terjadi akibat kebakaran hutan dan lahan melalui indikasi terjadinya titik panas yang terdeteksi pada tutupan lahan tertentu maka dilakukan beberapa tahapan kegiatan. Tahap pertama adalah memastikan bahwa titik panas yang digunakan adalah dengan tingkat kepercayaan  $> 50\%$ . Kemudian hotspot yang terdeteksi di overlay pada kelas-kelas penutupan lahan untuk memastikan dimana saja titik panas tersebut berada dan terkait dengan kegiatan apa. Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan perhitungan tersendiri maka akan diketahui luas masing-masing tutupan lahan, jenis vegetasinya, jenis bahan bakarnya, *fuel load*, serta *emission factornya*. Informasi ini semua kemudian digunakan untuk menghitung emisi gas rumah kaca

yang dihasilkan selama kebakaran berlangsung dengan menggunakan persamaan Seiler dan Crutzen (1980).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Data luas penutupan lahan di Sumatera Selatan pada tahun 2000, 2005, dan 2009, dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah titik panas (*hotspot*) yang terdeteksi pada masing-masing tutupan lahan pada tahun 2000, 2005, dan 2009 disajikan pada Tabel 2.

Luas areal menjadi salah satu variabel yang digunakan untuk menduga emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di Sumatera Selatan. Dugaan luas areal terbakar yang digunakan untuk menduga emisi karbondioksida yang dibedakan atas tanah mineral dan tanah gambut pada tahun 2000, 2005, dan 2009, seperti terlihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 1. Luas penutupan lahan di Sumatera Selatan tahun 2000, 2005, dan 2009

No	Penutupan lahan	Luas penutupan lahan (ha)		
		2000	2005	2009
1	Semak Belukar Rawa	1 468 093.97	1 328 708.66	1 243 221.42
2	Hutan Rawa Primer	30 224.12	30 220.40	19 765.51
3	Hutan Rawa Sekunder	218 472.57	205 176.46	186 752.59
4	Hutan Primer	275 892.97	275 892.97	274 558.50
5	Hutan Sekunder	278 581.63	267 041.19	246 593.38
6	Hutan Tanaman Industri	199 237.43	216 815.69	218 391.97
7	Perkebunan Kelapa Sawit	260 190.51	299 844.83	439 328.79
8	Tanaman Perkebunan	539 095.41	524 391.18	554 737.88
9	Hutan Mangrove Primer	144 134.84	142 452.36	104 016.28
10	Hutan Mangrove Sekunder	28 855.31	30 537.79	67 430.88
11	Semak Belukar	527 517.33	533 369.83	518 624.83
12	Sawah	270 029.60	270 029.60	269 930.86
13	Pertanian Tanah Kering	555 565.80	556 501.56	555 979.75
14	Pertanian Tanah Kering Bercampur Semak	2 790 590.23	2 787 344.64	2 791 691.03
15	Pemukiman	222 558.55	222 558.55	222 558.55
16	Rawa	143 032.23	141 672.98	136 661.53
17	Pertambangan	28 145.86	28 194.83	28 148.57
18	Tanah Terbuka	393 649.16	503 851.20	486 226.17
19	Tambak	50 378.88	59 641.69	59 627.91
20	Tubuh Air	10 064.68	10 064.68	10 064.68
<b>Total</b>		<b>8 434 311.08</b>	<b>8 434 311.08</b>	<b>8 434.311.08</b>

Tabel 2. Jumlah *hotspot* yang terdeteksi tahun 2000, 2005, dan 2009 pada berbagai tutupan lahan

No	Lahan	2000	2005	2009
1.	Semak Belukar Rawa	28	141	1178
2.	Hutan Rawa Primer	-	2	-
3.	Hutan Rawa Sekunder	-	17	20
4.	Hutan Primer	-	2	-
5.	Hutan Sekunder	2	22	43
6.	Hutan Tanaman Industri	7	60	157
7.	Perkebunan Kelapa Sawit	5	41	156
8.	Tanaman Perkebunan	26	88	140
9.	Hutan Mangrove Primer	1	1	-
10.	Hutan Mangrove Sekunder	-	1	-
11.	Semak Belukar	10	113	252
12.	Sawah	5	19	-
13.	Pertanian Tanah Kering	30	108	241
14.	Pertanian Tanah Kering Bercampur Semak	87	709	1524

No	Lahan	2000	2005	2009
15.	Pemukiman	19	27	66
16.	Rawa	4	20	185
17.	Pertambangan	18	14	20
18.	Tanah Terbuka	34	147	327
<b>Total</b>		<b>276</b>	<b>1.532</b>	<b>4309</b>

Tabel 3. Jumlah titik panas yang terdeteksi dan curah hujan tahun 2000, 2005, dan 2009

Bln	Tahun					
	2000		2005		2009	
	*CH	TP	*CH	TP	*CH	TP
Jan	353.3	0	248.9	23	274.5	7
Peb	214.2	1	224.2	3	133.9	8
Mar	346.1	3	412.6	15	564.2	49
Apr	387.7	9	224.7	14	338.7	78
Mei	651.0	16	249.1	24	111.8	126
Jun	197.3	3	181.9	48	140.2	173
Jul	35.9	126	169.7	162	36.1	607
Agt	71.3	87	67.3	587	96.7	1382
Sep	140.0	106	150.5	808	33.1	1965
Okt	593.9	8	156.5	169	211.6	-
Nov	466.5	10	211.4	25	183.7	-
Des	557.5	10	222.8	22	284.3	-
<b>Total</b>	<b>4014.7</b>	<b>379</b>	<b>2519.6</b>	<b>1900</b>	<b>2408.8</b>	<b>4395</b>

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

Tabel 4. Dugaan luas areal terbakar berdasarkan hasil verifikasi hotspot yang terdeteksi pada berbagai tutupan lahan pada tahun 2000, 2005, dan 2009

No	Lahan	2000	2005	2009
1.	Semak Belukar Rawa	2 100.57	9 910.62	64 891.82
2.	Hutan Rawa Primer	-	131.75	-
3.	Hutan Rawa Sekunder	-	1 290.78	1 156.70
4.	Hutan Primer	-	162.22	-
5.	Hutan Sekunder	161.74	1 620.57	3 709.21
6.	Hutan Tanaman Industri	539.47	4 602.61	12 091.84
7.	Perkebunan Kelapa Sawit	381.83	3 319.34	11 130.14
8.	Tanaman Perkebunan	1 864.10	6 546.24	10 204.01
9.	Hutan Mangrove Primer	64.19	76.74	-
10.	Hutan Mangrove Sekunder	-	31.74	-
11.	Semak Belukar	661.54	8 716.08	18 477.00
12.	Sawah	418.84	1 482.12	-
13.	Pertanian Tanah Kering	2 540.14	8 038.34	16 698.44
14.	Pertanian Tanah Kering Bercampur Semak	6 172.00	61 836.81	127 259.53
15.	Pemukiman	702.88	1 378.19	2.662.75
16.	Rawa	311.25	1 423.81	11 527.39
17.	Pertambangan	195.85	907.48	856.20
18.	Tanah Terbuka	2 595.16	10 344.97	22 109.52
<b>Total</b>		<b>18 709.56</b>	<b>121 820.39</b>	<b>302 144.55</b>

Tabel 5. Dugaan emisi CO<sub>2</sub> akibat kebakaran hutan dan lahan pada tanah mineral tahun 2000, 2005, 2009

No	Penutupan lahan	Emisi karbondioksida		
		2000	2005	2009
1	Semak Belukar Rawa	8 592.49	47 885.12	183 749.55
2	Hutan Rawa Primer	-	114.04	-
3	Hutan Rawa Sekunder	-	6 239.76	1 006.02
4	Hutan Primer	-	1 839.54	-
5	Hutan Sekunder	1 637.63	16 408.29	31 177.00
6	Hutan Tanaman Industri	5 462.13	45 559.96	113 012.82
7	Perkebunan Kelapa Sawit	1 780.69	11 382.85	39 208.86
8	Tanaman Perkebunan	4 221.99	15 354.01	22 324.05
9	Hutan Mangrove Primer	389.95	61.09	-
10	Hutan Mangrove Sekunder	-	192.84	-
11	Lahan Belukar	5 105.45	70 600.23	131 612.12
12	Sawah	1 526.68	4 733.83	-
13	Pertanian Tanah Kering	20 778.12	68 345.47	138 244.27
14	Pertanian Tanah Kering	52 475.73	524 417.17	1 071 972.41

No	Penutupan lahan	Emisi karbondioksida		
		2000	2005	2009
	bercampur semak			
15	Pemukiman	1 138.66	2 232.67	3 539.86
16	Rawa	1 204.32	5 703.58	38 224.82
17	Pertambangan	317.28	1 470.12	1 387.04
18	Tanah Terbuka	15 539.40	57 879.62	98 032.76
<b>Total</b>		<b>120 170.53</b>	<b>880 460.2</b>	<b>1 873 491.58</b>

Tabel 6. Dugaan emisi CO<sub>2</sub> pada berbagai tutupan lahan baik mineral maupun gambut pada tahun 2000, 2005, 2009

No	Penutupan Lahan	Emisi karbondioksida		
		2000	2005	2009
1	Semak Belukar Rawa	3 602.40	10 648.54	181 886.15
2	Hutan Rawa Primer	-	1 291.11	-
3	Hutan Rawa Sekunder	-	3 643.05	7 227.50
4	Hutan Primer	-	-	-
5	Hutan Sekunder	-	-	-
6	Hutan Tanaman Industri	-	865.47	8 138.20
7	Perkebunan Kelapa Sawit	1 133.96	13 398.36	44.026.78
8	Tanaman Perkebunan	265.98	478.20	2 136.04
9	Hutan Mangrove Primer	-	350.10	-
10	Hutan Mangrove Sekunder	-	-	-
11	Lahan Belukar	218.67	-	15 600.13
12	Sawah	-	577.70	-
13	Pertanian Tanah Kering	713.60	17.84	3 263.18
14	Pertanian Tanah Kering Bercampur lukar	14.80	1 300.50	8 961.63
15	Pemukiman	-	-	668.71
16	Rawa	484.35	2 047.63	23 450.42
17	Pertambangan	-	-	-
18	Tanah Terbuka	195.45	4 291.65	31 355.31
<b>Total</b>		<b>6 629.20</b>	<b>38 910.14</b>	<b>326 714.05</b>

### Pembahasan

Penutupan lahan adalah jenis kenampakan yang terdapat di permukaan bumi sementara penggunaan lahan mengarah pada kegiatan manusia pada objek tersebut (Hartono 2006). Jenis penutupan lahan yang terdapat di Sumatra Selatan pada tahun 2000–2009 berjumlah 20 tipe penutupan lahan, dengan luas total penutupan lahan yaitu 8 434 311.09 ha. Penutupan lahan terluas yaitu pertanian tanah kering bercampur semak seluas 2 790 590.23 ha (33.09%) pada tahun 2000, 2 787 344.64 ha (33.05%) pada tahun 2005, dan 2 791 691.03 ha (33.10%) pada tahun 2009. Penutupan lahan pada areal semak belukar rawa seluas 1,4 juta ha (17.40%) pada tahun 2000, 1,3 juta ha (15.75%) pada tahun 2005, dan pada tahun 2009 sebesar 1.2 juta ha (14.74%). Hal tersebut memperlihatkan bahwa setiap periode 2000, 2005, dan 2009 mengalami penurunan penutupan lahan semak belukar rawa sebesar 0.1 juta ha.

Satu tipe penutupan lahan dapat berubah menjadi tipe penutupan lahan yang lain. Hal tersebut disebabkan oleh kegiatan konversi lahan (Ekadinata *et al.* 2011). Perubahan penutupan lahan yang disebabkan oleh kegiatan konversi dapat meningkatkan atau menurunkan luasan masing-masing penutupan lahan tersebut. Pada tahun 2000–2005 semak belukar rawa mengalami penurunan terbesar yaitu sebesar 139 385.31 ha (9.49%) dari 1 468 093.97 ha menjadi 1 328 708.66 ha sedangkan tanah terbuka mengalami kenaikan luas area

terbesar sebesar 110 202.04 ha (27.99%) dari 393 649.16 ha menjadi 503 851.20 ha. Pada tahun 2005–2009 semak belukar rawa masih tetap mengalami penurunan yaitu sebesar 85 487.24 ha (6.43%) dari 1 328 708.66 ha menjadi 1 243 221.42 ha. Penurunan luas penutupan lahan tersebut dikarenakan konversi lahan menjadi hutan tanaman industri, perkebunan sawit, dan pertanian (Tabel 2 dan Tabel 3). Hal tersebut sesuai dengan luas perkebunan kelapa sawit yang mengalami kenaikan sebesar 139 483.96 ha (46.51%) dari 299 844.83 ha menjadi 439 328.79 ha (Tabel 1). Peningkatan luas area perkebunan didasari oleh alasan sosial ekonomi masyarakat sekitar hutan seiring dengan adanya kebijakan pemerintah tentang pemberian insentif terhadap sektor perkebunan yang menyebabkan luas perkebunan meningkat pesat (Syaufina 2008).

Selama tahun 2000–2009 terdapat 9 jenis penutupan lahan yang berubah menjadi perkebunan kelapa sawit yaitu semak belukar rawa, hutan rawa primer, hutan rawa sekunder, tanah perkebunan, semak belukar, pertanian tanah kering, pertanian tanah kering bercampur semak, tanah terbuka, dan hutan rawa (Tabel 2 dan Tabel 3). Perubahan penutupan lahan terbesar yang terjadi pada tahun 2000–2005 terdapat pada semak belukar menjadi tanah terbuka dan perkebunan kelapa sawit, begitu juga pada tahun 2005–2009 perubahan terbesar terjadi pada semak belukar rawa menjadi perkebunan kelapa sawit dengan luasan sebesar 139 483.96 ha. Hal ini terjadi karena mudahnya semak

belukar dibakar karena bahan bakarnya yang melimpah dan relatif kering, terutama untuk kebutuhan penyiapan lahan.

*Hotspot* merupakan titik yang memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan suhu sekitarnya dan menjadi indikator adanya kebakaran hutan dan lahan di suatu wilayah (Syaufina 2008). Tabel 4 memperlihatkan sebaran jumlah *hotspot* pada tahun 2000, 2005, dan 2009 di tanah mineral lebih banyak dibandingkan dengan di tanah gambut. Hal ini diduga pada tanah mineral banyak ditumbuhi oleh semak, karena terlihat bahwa penutupan lahan di daerah Sumatra selatan didominasi oleh pertanian tanah kering bercampur semak dan semak belukar rawa. Semak dikategorikan sebagai bahan bakar yang mudah terbakar (Pratondo *et al.* 2008). Selain itu, menurut Septocorini (2006), tingginya *hotspot* di tanah mineral dikarenakan area tanah mineral lebih didominasi oleh daerah produksi konversi, sehingga aktivitas pembukaan lahan yang berhubungan dengan penggunaan api sangat tinggi. Jumlah *hotspot* pada tahun 2009 tertinggi dibandingkan tahun 2000 dan 2005, yaitu sebesar 3 210 *hotspot* di tanah mineral dan 1 099 *hotspot* di tanah gambut. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor alam (cuaca, iklim, bahan bakar) maupun manusia seperti kegiatan pemanfaatan lahan, ekonomi, dan budaya (Syaufina 2008). Selain itu, tingginya jumlah *hotspot* pada tahun 2009 disebabkan karena tingginya perubahan penutupan lahan menjadi area perkebunan kelapa sawit, tanaman perkebunan, semak belukar, dan tanah terbuka (Tabel 3), sehingga kerentanan timbulnya titik panas pada tahun tersebut lebih tinggi dibandingkan tahun 2000 dan 2005. Jumlah *hotspot* yang terbesar pada tahun 2000, 2005, dan 2009 terdapat pada pertanian tanah kering bercampur semak, yaitu 87 *hotspot*, 709 *hotspot*, dan 1524 *hotspot*. Tingginya jumlah *hotspot* pada jenis penutupan lahan tersebut dikarenakan penggunaan lahan tersebut sangat berkaitan dengan penggunaan api dalam penyiapan lahan. Selain itu, bahan bakarnya yang didominasi oleh semak menyebabkan kejadian kebakaran lebih rentan terjadi (Pratondo *et al.* 2008). *Hotspot* terbesar pada periode tahun 2000–2009 terdapat pada tahun 2006, yaitu sebesar 13 862 *hotspot*. Hal ini dikarenakan pada 2006 terjadi *El Nino* kelas moderat, terutama di Sumatra dan Kalimantan (Putra *et al.* 2008). Menurut Suratmo (2003) untuk Indonesia cuaca kebakaran dan iklimnya sangat dipengaruhi lokasi kepulauan Indonesia yang berada di garis equator, laut yang berada disekitar kita dan topografi. Hubungan jumlah *hotspot* yang terdeteksi di Sumatra Selatan dengan curah hujan pada tahun 2000, 2005, dan 2009 disajikan pada Gambar 6. Pada tahun 2000 terlihat jumlah *hotspot* tertinggi terjadi pada bulan Juli, tahun 2005 dan 2009 pada bulan September. Hal ini dikarenakan curah hujan pada bulan tersebut lebih rendah dibandingkan pada bulan-bulan lainnya. Syaufina (2008) menyebutkan jika curah hujan tinggi maka kelembaban bahan bakar juga akan tinggi sehingga menyulitkan terjadi kebakaran. Hal ini memperlihatkan bahwa faktor iklim turut mempengaruhi jumlah *hotspot* dan kejadian kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Tingginya *hotspot* pada bulan tersebut juga dipengaruhi oleh kegiatan persiapan

dan pembersihan lahan oleh masyarakat yang dilakukan pada musim kemarau dengan cara membakar kawasan hutan atau areal pertanian (Putra 2002 dalam Heryalianto 2006).

Luas area terbakar di Sumatra Selatan pada tahun 2000 seluas 18 709.56 ha (Tabel 5) didominasi oleh pertanian tanah kering bercampur semak sebesar 6 172 ha dan paling rendah terdapat pada daerah pertambangan sebesar 195.85 ha. Tingginya luas area terbakar di area pertanian tanah kering bercampur semak diduga dikarenakan tingginya penggunaan api sebagai salah satu cara penyiapan lahan di tipe penutupan lahan tersebut, sedangkan pada area pertambangan luas area yang terbakar terbilang kecil karena kegiatan penyiapan lahan di pertambangan jarang menggunakan sistem bakar. Hal ini juga terjadi pada tahun 2005 dan 2009 luas area terbakar didominasi oleh pertanian tanah kering bercampur semak sebesar 61 836.81 ha (50.52%) pada tahun 2005 dan 127 259.53 ha (42.08%) pada tahun 2009. Luas total area terbakar pada tahun 2005 meningkat dibandingkan dengan tahun 2000 yaitu menjadi sebesar 121 820.39 ha dan kembali meningkat pada tahun 2009 menjadi sebesar 302 144.55 ha. Peningkatan luas total area terbakar tersebut sebanding dengan peningkatan jumlah *hotspot* di Provinsi Sumatra Selatan.

Emisi karbon merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan dari kebakaran hutan dan lahan karena unsur karbon merupakan senyawa yang dominan dengan kebakaran hutan, hampir 45% materi kering tumbuhan adalah karbon (Hao *et al.* 1990). Sebagian besar unsur karbon yang teremisikan ke udara adalah karbondioksida, sisanya berbentuk CO, hidrokarbon terutama CH<sub>4</sub>, dan asap (Seiler dan Crutzen 1980).

Emisi karbon terbesar yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2000 terdapat pada pertanian tanah kering bercampur semak sebesar 58 325 ton dan diikuti oleh pertanian kering sebesar 24 004 ton (Tabel 8). Emisi karbon terbesar pada tahun 2005, juga terdapat pada area pertanian tanah kering bercampur semak sebesar 584 358 ton, diikuti oleh lahan belukar sebesar 78 445 ton, begitu jugapada tahun 2009 terjadi pada pertanian tanah kering bercampur semak yaitu sebesar 1 202 603 ton, diikuti oleh semak belukar rawa sebesar 438 020 ton. Tingginya emisi karbon yang dihasilkan di pertanian tanah kering bercampur semak berbanding lurus dengan luas area terbakar di penutupan lahan tersebut. Total emisi karbon pada tahun 2000, 2005, dan 2009 mengalami peningkatan yang sangat signifikan, dimana emisi karbon pada tahun 2009 (2 501 718 ton) lebih besar dibandingkan dengan tahun 2005 (1 028 316 ton) dan 2000 (142 046 ton).

Penghitungan emisi karbondioksida dibedakan berdasarkan tanah mineral dan gambut. Emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan pada tanah mineral yaitu pada pertanian tanah kering bercampur semak yang memperlihatkan emisi karbon terbesar terdapat pada tahun 2009 (1 071 972.41 ton), dan 2005 (524 417.17 ton), sedangkan pada tahun 2000 emisi karbondioksida memperlihatkan nilai terkecil yaitu sebesar 52 475.73 ton.

Pada tanah gambut, penghasil emisi karbondioksida dari masing-masing penutupan lahan memperlihatkan

penyumbang emisi yang berbeda-beda, pada tahun 2000 semak belukar rawa menempati urutan pertama dengan jumlah emisi 3 602.40 ton, pada tahun 2005 terdapat pada perkebunan kelapa sawit sebesar 13 398.36 ton, dan tahun 2009 terdapat pada semak belukar rawa sebesar 181 886.15 ton. Emisi karbondioksida terbesar terdapat pada tahun 2009, hal ini disebabkan semak belukar rawa didominasi oleh lahan gambut, dimana tingginya emisi karbondioksida yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan sebagian besar teremisi ke udara dalam bentuk CO<sub>2</sub>.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- 1 Titik panas (*Hotspot*) tertinggi yang terdeteksi pada tahun 2000, 2005, dan 2009 terdapat pada tipe penutupan lahan pertanian tanah kering bercampur semak sejumlah 87 *hotspot* pada tahun 2000, 709 *hotspot* pada tahun 2005, dan 1524 *hotspot* pada tahun 2009.
- 2 Estimasi luas area terbakar terbesar di Provinsi Sumatra Selatan pada tahun 2000, 2005, dan 2009 adalah terdapat pada pertanian tanah kering bercampur semak yang memiliki luas terbakar masing-masing sebesar 6 172 ha (2000), 61 836.81 ha (2005), dan 127 259.53 ha (2009).
- 3 Dugaan emisi CO<sub>2</sub> terbesar akibat kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di tanah mineral pada tahun 2000, 2005, dan 2009 terdapat pada pertanian tanah kering bercampur semak yaitu masing-masing sebesar 52 475.73 ton (2000), 524 417.17 ton (2005), 1 071 972.41 ton (2009), sedangkan emisi CO<sub>2</sub> terbesar akibat kumulatif perubahan penutupan lahan tahun 2000-2005 dan 2005-2009 terdapat pada pertanian tanah kering bercampur semak masing-masing sebesar 3 078 899.73 ton (44.52%) dan 20 443 299.85 ton (50.60%).

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sebaran *hotspot*, luas area terbakar dan emisi karbondioksida di wilayah lain di Indonesia yang rawan terjadinya kebakaran hutan, terutama wilayah Sumatra dan Kalimantan sehingga dapat diperoleh hasil rekapitulasi per daerah bagi keperluan pencegahan

## DAFTAR PUSTAKA

- Ekadinata A, Dewi S. 2011. *Memahami Keragaman Sistem Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Penghitungan Opportunity Cost*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Hao M, Liu M, Crutzen P. 1990. Estimate of annual and regional release of CO<sub>2</sub> and other trace gases to the atmosphere from fire in tropic based on the FAO statistics for the period 1975 and 1980. Di dalam: Goldammer J, editor. *Fire in Tropical Biota (Ecological Studies 84)*. New York: Springer. hlm. 440-460.
- Hartanto. 2006. Land Use dan Land Cover. [terhubungberkala]. [http://hartanto.wordpress.com/2006/08/14/land-use-dan-land-cover/\[30September2012\]](http://hartanto.wordpress.com/2006/08/14/land-use-dan-land-cover/[30September2012]).
- Heryalianto S. 2006. 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 B, Kardono P. 2006. Aplikasi infrastruktur data spasial nasional (IDSN) untuk pengendalian kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Ilmiah Geomatika* 12(2):70-71.
- Seiler W, Crutzen P. 1980. Estimates of gross an 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 Perilaku Api, Penyebab, dan Dampak Kebakaran*. Malang: Bayumedia.