

Pendugaan Emisi Karbon (CO₂) akibat Kebakaran Hutan dan Lahan pada Berbagai Tipe Penutupan Lahan di Propinsi Riau Tahun 2000-2009

Estimation of Carbon Emission (CO₂) as Forest and Land Fire impact at various Land Cover Types in Riau Province during year 2000-2009

Bambang Hero Saharjo¹, Erianto Indra Putra¹ dan Renando Meiko Putra¹

¹Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Forest and land fire is one of the most disturbance form that can decrease area and forest function. Forest and land fire is often connected with conversion activity, from forest area to non-forest area. Conversion activities significantly increase because of the increasing of human need on the land. Riau is one of province that vulnerable to the forest and land fire, Based on recorded data it had been found that in the on year 2005 burned area in Riau was about 24,500 ha. One of the important factors which cause forest and land fire in Riau province is conversion activity. Hotspot can be use as one indicator to determining vulnerability of forest and land fire. Negative impact that occurred from forest and land fire is connected with carbon emission. The research aims to analyze the occurrence of forest and land fire at various land cover type during 2000-2009 and also the estimation of produced carbon emissions.

Keywords: carbon emission, hotspot, land cover

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan menyebabkan berbagai dampak bagi lingkungan dan masyarakat, baik langsung maupun tidak langsung. Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di Indonesia disebabkan oleh faktor alam dan manusia. Faktor manusia yang menjadi pemicu kebakaran hutan dan lahan diantaranya konversi lahan, kegiatan penyiapan lahan, dan pembukaan lahan untuk pertanian maupun perkebunan dengan cara pembakaran. Tingginya konversi lahan di Indonesia disebabkan oleh faktor sosial-ekonomi masyarakat, kebijakan kepemilikan lahan, bencana alam, dan demografi (Ekadinata dan Dewi 2011) serta konversi lahan pada umumnya terjadi pada area hutan menjadi *non* hutan.

Riau merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang sering mengalami kebakaran hutan dan lahan, dimana pada tahun 1997/1998 kebakaran hutan di Riau termasuk sebagai bencana nasional (Karnowo 1998). Kejadian kebakaran hutan dan lahan erat hubungannya dengan masalah emisi karbon yang dihasilkan, karena unsur karbon merupakan senyawa yang dominan dalam kebakaran hutan.

Karbon dioksida (CO₂) merupakan gas yang paling banyak dihasilkan dari kebakaran hutan dan lahan sehingga meningkatkan akumulasi gas rumah kaca di atmosfer. Oleh karena itu diperlukan pendugaan emisi karbon dioksida akibat kebakaran hutan dan lahan pada berbagai tipe penutupan lahan di Provinsi Riau.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai pendugaan emisi karbon akibat kebakaran hutan dan lahan pada berbagai tipe

penutupan lahan di provinsi Riau pada periode tahun 2000-2009.

BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

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

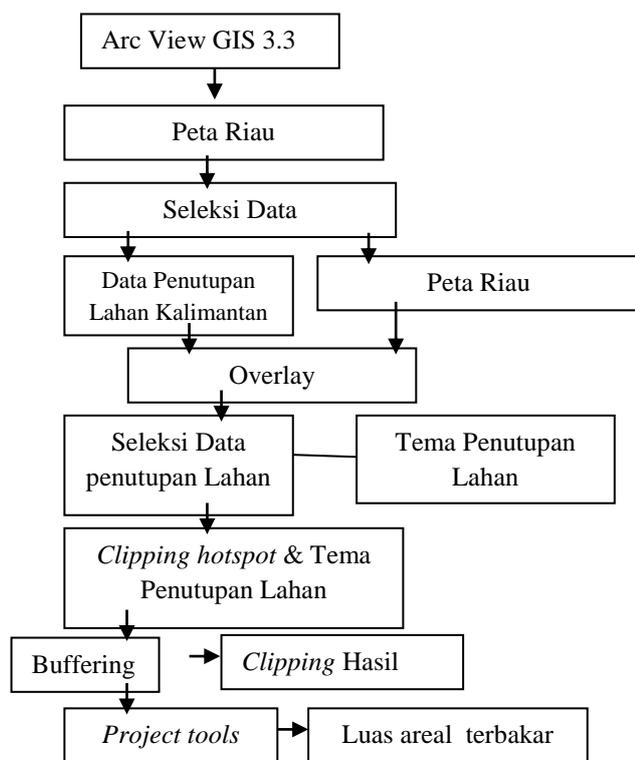
B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah perangkat lunak Arc View GIS 3.3, Microsoft Office, printer, alat tulis. Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, data sebaran hotspot Provinsi Riau tahun 2000 – 2009 dari Citra Satelit MODIS dari FIRMS (*Fire Information Resources Management System*), data curah hujan Provinsi Riau dari BMKG Pusat, data penggunaan lahan dari RSPO (*Round Table Sustainable Palm Oil*).

C. Pengolahan Data

1. Pengolahan data di Arc View 3.3

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



Gambar 1 Diagram alir pengolahan data

2. Penghitungan estimasi emisi Karbon

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

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

Dimana:

M= Massa bahan bakar yang terbakar (ton)

A = Luas areal 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) = Emisi karbon (ton)

M = Biomassa bahan bakar terbakar (ton).

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

$$M (CO_2) = \text{Emisi } CO_2 (\text{ton } CO_2)$$

3. Analisis data

Tahap analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Analisis perubahan penutupan lahan di Riau dan korelasinya dengan jumlah hotspot.
- Analisis hasil perhitungan dugaan emisi karbon.

4. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Penutupan lahan yang terdapat Provinsi Riau memiliki luas yang berbeda-beda. Adapun Luas penutupan lahan tahun 2000, 2005, dan 2009 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Luas areal penutupan lahan di Riau Tahun 2000, 2005, dan 2009

No	Penutupan lahan	Luas penutupan lahan (ha)		
		2000	2005	2009
1	Semak Belukar Rawa	567.752	669.515	624.520
2	Hutan Rawa Primer	387.121	380.511	322.988
3	Hutan Rawa Sekunder	2.035.083	1.583.342	1.316.321
4	Hutan Primer	106.122	106.122	106.025
5	Hutan Sekunder	652.987	599.632	468.958
6	Hutan Tanaman Industri	436.536	519.070	693.522
7	Perkebunan Kelapa sawit	990.224	1.601.365	1.770.580
8	Tanaman Pertanian	1.178.361	677.270	644.905
9	Hutan Mangrove Primer	6.130	6.130	5.463
10	Hutan Mangrove Sekunder	174.637	172.733	173.546
11	Semak Belukar	337.093	364.920	531.763
12	Sawah	234.796	224.182	217.738
13	Pertanian Tanah Kering	362.220	362.351	362.494
14	Pertanian Tanah Kering bercampur semak	696.872	693.660	747.017
15	Pemukiman	112.945	112.945	113.471
16	Rawa	27.455	27.455	27.455
17	Pertambangan	33.261	20.889	20.889
18	Tanah Terbuka	246.317	463.820	444.510
19	Tambak	3.464	3.464	3.464
20	Tubuh Air	5.229	5.229	5.229,92
Total		8.594.614	8.594.614	8.600.866

Sebaran jumlah *hotspot* pada Provinsi Riau untuk tahun 2000, 2005, dan 2009 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Sebaran *hotspot* di Riau

No	Penutupan Lahan	Tahun		
		2000	2005	2009
1.	Semak belukar rawa	57	1281	812
2.	Hutan Gambut Primer	0	31	73
3.	Hutan Gambut Sekunder	133	2103	1651
4.	Hutan Primer	0	8	11
5.	Hutan Sekunder	50	306	707
6.	Hutan Tanaman Industri	56	592	391
7.	Perkebunan Kelapa sawit	261	1773	705
8.	Tanaman Perkebunan	193	757	185
9.	Hutan Mangrove Primer	0	0	1
10.	Hutan Mangrove Sekunder	0	41	3
11.	Lahan Belukar	32	423	563

12.	Sawah	2	118	12
13.	Pertanian Tanah Kering	32	241	78
14.	Pertanian Tanah Kering dengan belukar	63	691	722
15.	Pemukiman	25	42	24
16.	Rawa	3	19	34
17.	Pertambangan	2	58	34
18.	Tanah terbuka	315	8963	1270
Total		1224	17447	7276

Sebaran *hotspot* berkaitan dengan curah hujan. Perbandingan jumlah *hotspot* dan curah hujan tahun 2000, 2005, dan 2009, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Curah hujan dengan *hotspot*

Bulan	2000		2005		2009	
	a	b	a	b	a	b
Januari	9	182	2533	1108	845	185
Februari	97	100	5415	62.9	681	197
Maret	291	169	3610	143.2	36	418
April	24	437	345	219.9	71	205
Mei	39	115	185	261.1	868	109
Juni	11	107	1559	37.35	1264	61
Juli	531	71	440	97.2	1847	56
Agustus	47	110	2520	168.3	1498	195
September	38	215	611	116.4	167	237
Oktober	51	275	88	190.2	0	191
November	1	351	46	330.2	0	406
Desember	6	317	100	159.6	0	463

Keterangan : a : Jumlah *hotspot*
b : Curah hujan

Pendugaan luas areal terbakar pada Provinsi Riau dari tahun 2000, 2005, dan 2009 akan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 luas areal terbakar

No	Penutupan Lahan	Luas terbakar (ha)		
		2000	2005	2009
1.	Semak belukar rawa	2.976	51.804	37.752
2.	Hutan Gambut Primer	-	1292	3.275
3.	Hutan Gambut Sekunder	8.085	85.476	71.120
4.	Hutan Primer	-	737	814.63
5.	Hutan Sekunder	3.407	14.873	43.612
6.	Hutan Tanaman Industri	4.173	29.679	22.763
7.	Perkebunan Kelapa sawit	15.846	83.873	35.238
8.	Tanaman Perkebunan	12.597	37.574	12.584
9.	Hutan Mangrove Primer	-	-	42
10.	Hutan Mangrove Sekunder	-	1.773	175
11.	Lahan Belukar	1.743	21.828	29.204

12.	Sawah	180	7.278	595
13.	Pertanian Tanah Kering	2.167	14.132	5.208
14.	Pertanian Tanah Kering dengan belukar	4.233	39.745	36.738
15.	Pemukiman	1.021	1.808	1.401
16.	Rawa	165	940	1.427
17.	Pertambangan	149	2.799	1.391
18.	Tanah terbuka	14.820	175.685	47.485
Total		71.617	569.529	345.624

Luas terbakar merupakan suatu variabel untuk menentukan emisi. Adapun pendugaan emisi karbon disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Pendugaan emisi karbon di Provinsi Riau

No	Penutupan Lahan	M (C) (ton)		
		2000	2005	2009
1.	Semak belukar rawa	20.092	349.677	191.998
2.	Hutan Gambut Primer	0	16.287	41.265
3.	Hutan Gambut Sekunder	72.768	769.287	640.085
4.	Hutan Primer	0	9.292	10.264
5.	Hutan Sekunder	38.334	167.331	490.636
6.	Hutan Tanaman Industri	46.950	333.893	256.095
7.	Perkebunan Kelapa sawit	142.619	754.861	317.144
8.	Tanaman Perkebunan	34.014	101.451	33.979
9.	Hutan Mangrove Primer	0	0	288
10.	Hutan Mangrove Sekunder	0	11.972	1.187
11.	Lahan Belukar	15.691	196.454	262.843
12.	Sawah	730	29.478	2.411
13.	Pertanian Tanah Kering	20.485	133.550	49.223
14.	Pertanian Tanah Kering dengan belukar	21.294	229.334	122.056
15.	Pemukiman	1.839	3.254	2.522
16.	Rawa	1.043	5.922	8.995
17.	Pertambangan	269	5.039	2.504
18.	Tanah terbuka	100.042	1.185.879	320.526
Total		516,169	4,302,960	2,754,022

Keterangan : M (C) : emisi karbon (ton)

Emisi CO₂ yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan tahun 2000, 2005, dan 2009 pada tanah mineral dan gambut disajikan pada Tabel 10 dan 11.

Tabel 6 Pendugaan emisi karbondioksida pada tanah mineral pada tahun 2000, 2005, dan 2009.

No	Penutupan lahan	Emisi karbondioksida		
		2000	2005	2009
1	Semak belukar rawa	3.423	93.055	6.286
2	Hutan Rawa Primer	-	1.718	-
3	Hutan Rawa Sekunder	12.073	119.365	126.425
4	Hutan Primer	-	8.362	9.237
5	Hutan Sekunder	34.500	150.597	441.572
6	Hutan Tanaman Industri	34.687	153.471	120.170
7	Perkebunan Kelapa sawit	44.681	241.782	89.721
8	Tanaman Pertanian	12.516	39.619	13.848
9	Hutan Mangrove Primer	-	-	259
10	Hutan Mangrove Sekunder	-	6.083	990

11	Lahan Belukar	3.365	93.342	107.212
12	Sawah	293	12341	236
13	Pertanian Tanah Kering	8.813	70.758	26.839
14	Pertanian Tanah Kering bersemak	19.164	206.400	109.850
15	Pemukiman	1.654	2.434	2.185
16	Rawa	939	2.775	2.424
17	Pertambangan	-	1.879	499
18	Tanah Terbuka	17.190	148.083	62.667
Total		193.304	1.352.072	1.120.428

Tabel 7 Pendugaan emisi karbondioksida pada tanah gambut pada tahun 2000, 2005, dan 2009.

No	Penutupan lahan	Emisi karbondioksida		
		2000	2005	2009
1	Semak belukar rawa	12.668	191.553	143.898
2	Hutan Rawa Primer	-	11.182	32.095
3	Hutan Rawa Sekunder	46.163	495.179	388.587
4	Hutan Primer	-	-	-
5	Hutan Sekunder	-	-	-
6	Hutan Tanaman Industri	6.539	127.064	95.334
7	Perkebunan Kelapa sawit	72.312	378.166	169.130
8	Tanaman Pertanian	15.638	44.666	14.460
9	Hutan Mangrove Primer	-	-	-
10	Hutan Mangrove Sekunder	-	4.054	67
11	Lahan Belukar	9.295	72.131	111.781
12	Sawah	313	12.261	1.670
13	Pertanian Tanah Kering	8.316	42.722	15.089
14	Pertanian Tanah Kering dengan belukar	-	-	-
15	Pemukiman	-	27	73
16	Rawa	-	2.207	4.900
17	Pertambangan	209	2.295	1.515
18	Tanah Terbuka	62.953	794.376	195.141
Total		234.411	2.178.289	173.745

Provinsi Riau memiliki 20 penutupan lahan yang mempunyai luasan yang berbeda-beda. Perubahan luasan yang terjadi pada beberapa tipe penutupan lahan disebabkan oleh perubahan penutupan lahan pada periode waktu 2000-2009. Tabel 1 menunjukkan perbedaan luas total Riau pada tahun 2005 dan 2009, yaitu 8.594.614 ha (2000 dan 2005) dan 8.600.867 ha (2009). Hal ini dikarenakan terdapat beberapa penutupan lahan yang tidak terdeteksi karena tertutup awan. Luasan penutupan lahan terdeteksi awan sebesar 6.252 ha (2000 dan 2005), sedangkan pada tahun 2009 tidak ada terdeteksi penutupan lahan berupa awan. Konversi lahan menjadi penutupan lahan yang lain menyebabkan peningkatan dan penurunan dari masing-masing penutupan lahan. Pada tahun 2000-2005 tanaman Pertanian (CPL) menunjukkan penurunan luasan terbesar yakni 501.090 ha (42,53%), diikuti hutan rawa sekunder sebesar 451.740 ha (22,2%), sedangkan Penutupan kelapa sawit (OPL) mengalami peningkatan luas area yakni 611.141 ha (61,7%). Menurut Arsyad (1989) perubahan penggunaan lahan diartikan sebagai setiap bentuk intervensi (campur

tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kehidupannya baik materil maupun spiritual. Begitu juga dengan perubahan penggunaan lahan yang sebelumnya berupa hutan menjadi lahan yang digunakan untuk aktivitas lain.

Pada tahun 2005-2009, hutan rawa sekunder mengalami penurunan luas terbesar yakni 267.021 ha (16%), sedangkan penutupan lahan yang mengalami peningkatan luas area adalah tanaman perkebunan 174.452 ha (33.6%). Konversi terjadi baik pada wilayah hutan menjadi *non* hutan ataupun pada wilayah-wilayah *non* hutan.

Pada tahun 2000-2005, hutan rawa sekunder dikonversi menjadi tanah terbuka, tanaman perkebunan, pertanian tanah kering, pertanian tanah kering bercampur semak, kelapa sawit, rawa, semak belukar dan hutan tanaman industri. Pada umumnya tipe penutupan lahan mengalami konversi menjadi perkebunan kelapa sawit baik pada tahun 2000-2005 maupun 2005-2009. Hal ini dikarenakan Pemerintah Daerah mengutamakan kelapa sawit sebagai komoditi utama, karena dari segi fisik dan lingkungan keadaan daerah Riau memungkinkan dikembangkan perkebunan kelapa sawit, selain itu dari segi pemasaran produksi daerah Riau mempunyai keuntungan karena letaknya yang strategis dan ditunjang dengan adanya kerja sama, dan perkebunan kelapa sawit memberikan pendapatan yang tinggi kepada petani dibandingkan dengan jenis tanaman perkebunan lainnya (Syahza 1998).

Jumlah *hotspot* yang terjadi di Provinsi Riau pada tahun 2000-2009 memiliki nilai yang beragam, dimana hal ini disebabkan adanya peristiwa-peristiwa yang membuat jumlah titik api pada penutupan lahan setiap tahunnya berbeda. Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada tahun 2005 jumlah *hotspot* memiliki jumlah tertinggi yaitu memiliki total 17.447 *hotspot*. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor alam (cuaca, iklim, bahan bakaran) maupun manusia (kegiatan pemanfaatan lahan, ekonomi, dan budaya) (Syaufina 2008).

Tabel 2 memperlihatkan bahwa jumlah *hotspot* terbanyak di Provinsi Riau terdapat pada tanah terbuka (BRL). Pada tahun 2000 jumlah *hotspot* pada area ini adalah 315 *hotspot*, dan pada tahun 2005 mengalami peningkatan yang sangat tajam (8.693 *hotspot*), sedangkan pada tahun 2009 mengalami penurunan menjadi 1270 *hotspot*. Hal ini dikarenakan bahwa tanah terbuka yang terdapat di Provinsi Riau didominasi oleh jenis tanah gambut (85% gambut), dimana tanah gambut memiliki kondisi yang lebih cepat mengalami kekeringan dan mudah terbakar. Lahan gambut merupakan ekosistem yang sensitif terhadap perubahan iklim. Terlebih dengan adanya sifat gambut *irreversible drying* (pengeringan tak berbalik) dimana ketika gambut telah kering maka akan sulit membasahnya lagi (Syaufina *et al.* 2009).

Penutupan lahan hutan rawa sekunder juga mengalami kenaikan jumlah *hotspot* dari tahun 2000 (133 *hotspot*) dan mengalami peningkatan pada tahun 2005 (2103 *hotspot*) serta mengalami penurunan pada tahun 2009 (1651 *hotspot*). Hal ini dikarenakan pada hutan rawa didominasi oleh jenis tanah gambut (82% gambut) yang mudah terbakar. Peningkatan jumlah *hotspot* juga terjadi pada perkebunan kelapa sawit,

yaitu pada tahun 2000 berjumlah 357, dan mengalami peningkatan menjadi 2430 *hotspot* pada tahun 2005.

Jenis tanah gambut lebih rentan terhadap kebakaran hutan dibandingkan dengan jenis tanah mineral. Pada tahun 2005 sebaran *hotspot* terbesar di tanah mineral terdapat pada tanah terbuka (BRL) dan perkebunan kelapa sawit (OPL). Peningkatan luas area terbakar perkebunan kelapa sawit menunjukkan bahwa aktivitas manusia terhadap lahan beresiko menyebabkan kejadian kebakaran hutan dan lahan. Kebakaran yang terjadi pada jenis penutupan lahan tersebut biasanya berhubungan dengan kegiatan penyiapan lahan, baik oleh masyarakat sekitar maupun oleh perusahaan (Heryalianto 2006). Pada tahun 2009, jumlah *hotspot* terbesar terdapat pada hutan rawa sekunder sebesar 1.651 *hotspot*, dimana pada tahun ini hutan rawa sekunder berubah menjadi tanah terbuka, tanaman pertanian, pertanian tanah kering dan bercampur semak, kelapa sawit, belukar, dan hutan tanaman industri.

Pada tanah gambut jumlah *hotspot* terbesar terdapat pada tanah terbuka (BRL) sebanyak 8963 *hotspot* pada tahun 2005, jumlah tersebut lebih besar dibandingkan tahun 2000 (315 *hotspot*) dan tahun 2009 (1270 *hotspot*). Hal ini disebabkan perubahan penutupan lahan dari tanah terbuka menjadi tanaman perkebunan, pertanian tanah kering, perkebunan kelapa sawit, semak belukar, semak belukar rawa dan hutan tanaman industri yang diduga dilakukan dengan pembakaran.

Meskipun hampir seluruh kejadian kebakaran hutan dan lahan di Indonesia disebabkan oleh kegiatan manusia, namun faktor iklim berupa curah hujan memegang peranan yang penting, terutama dalam mempengaruhi jumlah *hotspot*. Curah hujan berpengaruh terhadap kelembaban bahan bakar. Jika curah hujan tinggi maka kelembaban bahan bakar juga akan tinggi sehingga menyulitkan terjadi kebakaran (Syaufina 2008). Pada tahun 2000, 2005, dan 2009 terlihat bahwa jumlah *hotspot* berbanding terbalik dengan curah hujan. Jika curah hujan rendah, maka jumlah *hotspot* tinggi. Jumlah *hotspot* pada bulan Juli 2000 dan 2009 memperlihatkan jumlah yang lebih tinggi dari bulan-bulan yang lainnya, dan jumlah *hotspot* tersebut berbanding terbalik dengan rendahnya curah hujan. Sebaliknya, pada saat curah hujan mengalami peningkatan, jumlah *hotspot* berkurang bahkan tidak ada sama sekali. Berbeda dengan tahun 2000 dan 2009, pada tahun 2005 jumlah *hotspot* tertinggi terdapat pada bulan Pebruari. Hal ini disebabkan pola curah hujan dari tahun 2000, 2005, dan 2009 memperlihatkan pola yang berbeda, karena di Riau mempunyai dua periode musim kemarau, yaitu Pebruari-Maret dan Juli-September (Syaufina 2008).

Luas area terbakar berkorelasi dengan jumlah *hotspot*. Penutupan lahan pada tahun 2000 yang memiliki luasan area terbakar terbesar terdapat pada lahan kelapa sawit yaitu 15.846 ha (22,13%). Pada Tabel 4 terlihat bahwa penutupan lahan tanah terbuka berada pada urutan kedua luas terbakar yaitu 14.820 ha (20,69%), diikuti dengan hutan rawa sekunder yaitu 8.085 ha (11,29%). Hutan rawa sekunder terbakar diakibatkan jenis tanah yang mendominasi pada area ini pada tanah gambut (81%) yang rentan terhadap pembakaran.

Pada tahun 2005 kebakaran hutan dan lahan mencapai 571.303 ha dengan jumlah *hotspot* 17.477, dimana kebakaran ini merupakan kebakaran terbesar pada periode tahun 2000, 2005, dan 2009. Hal ini disebabkan banyaknya penutupan lahan yang mengalami konversi, salah satunya menjadi area tanah terbuka. Pada Tabel 4, area tanah terbuka memiliki area terbakar terluas yaitu 175.685 ha (30,75%) dari luas area terbakar pada tahun 2005, diikuti dengan hutan rawa sekunder (area hutan) 85.476 ha dan perkebunan kelapa sawit 83.873 ha. Area yang memiliki luasan terbakar yang sedikit yaitu lahan mangrove yang disebabkan area mangrove biasanya dekat dengan badan air dan sulit terbakar. Pada tahun 2009 luasan area terbesar pada area hutan yaitu pada hutan rawa sekunder seluas 55.512,47 ha (20,27%). Pada tahun ini diduga masyarakat melakukan proses pembakaran dalam pengkonversian area hutan.

Salah satu dampak yang ditimbulkan dari kebakaran hutan dan lahan adalah emisi karbon karena unsur karbon merupakan senyawa yang dominan dalam 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 CH₄, dan asap (Crutzen dan Andreae 1990 dalam Lobert *et al.* 1990).

Emisi karbon terbesar yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2000 terdapat pada tipe penutupan lahan *non* hutan, yaitu perkebunan kelapa sawit sebesar 142.619 ton (27,63%), diikuti oleh hutan rawa sekunder yaitu 72.768 ton (14,10%). Emisi karbon terbesar pada tahun 2005, terdapat pada area tanah terbuka sebesar 1.185.879 ton (27,56%), sedangkan pada tahun 2009 emisi karbon terbesar terdapat pada hutan rawa sekunder sebesar 640.085 ton (23,24%). Emisi karbon total pada tahun 2000, 2005, dan 2009 mengalami fluktuasi yang sangat besar, dimana emisi karbon pada tahun 2005 (4.302.960 ton) lebih besar dibandingkan tahun 2000 (516.169 ton) dan 2009 (2.754.022 ton). Tingginya emisi karbon yang dihasilkan berkorelasi dengan besarnya luas area terbakar pada masing-masing penutupan lahan.

Penghitungan emisi karbondioksida dibedakan berdasarkan tanah mineral dan gambut. Emisi karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan pada tanah mineral pada perkebunan kelapa sawit memperlihatkan emisi yang terbesar pada tahun 2000 (44.681,18 ton) dan tahun 2005 (241.782,02 ton), sedangkan pada tahun 2009 mengalami perbedaan penghasil emisi karbondioksida, dimana pada tahun ini area hutan sekunder memperlihatkan emisi terbesar yaitu 441.572,31 ton. Emisi karbondioksida yang dihasilkan pada hutan sekunder seluruhnya terjadi akibat kebakaran hutan dan lahan pada tanah mineral.

Pada tanah gambut, penghasil emisi karbondioksida dari masing-masing penutupan lahan memperlihatkan penyumbang emisi yang berbeda-beda, pada tahun 2000 perkebunan kelapa sawit menempati urutan pertama mencapai 73.312,44 ton, pada tahun 2005 terdapat pada tanah terbuka sebesar 794.376,45 ton, dan tahun 2009 terdapat pada hutan rawa sekunder sebesar 388.587,26 ton. Emisi karbondioksida terdapat pada tahun 2005, hal

ini disebabkan area terbakar tanah terbuka didominasi oleh lahan gambut, selain itu tingginya emisi karbondioksida yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan disebabkan sebagian besar unsur karbon yang teremisikan ke udara adalah dalam bentuk CO₂. Pada tahun 2002 menurut Lilik *et al.* (2006) emisi karbondioksida berdasarkan jenis kebakaran menunjukkan bahwa pada kebakaran permukaan emisi yang dihasilkan 2.246,96 g/m², kebakaran tajuk 631,08 g CO₂/m² dan kebakaran bawah 529,59 g CO₂/m². Pada rentang waktu 1990–2007 total emisi CO₂ yang dihasilkan dari degradasi hutan, kebakaran, dan dekomposisi gambut di Riau mencapai 3,66 giga ton CO₂ (WWF *dalam* Suwondo *et al.* 2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Berdasarkan estimasi luas area terbakar di Provinsi Riau, pada tahun 2000 perkebunan kelapa sawit memiliki luas terbakar terbesar yaitu 15.846 ha (22,13%), sedangkan pada tahun 2005 terdapat pada area tanah terbuka sebesar 175.683 ha (30,75%), dan pada tahun 2009 terdapat pada tipe penutupan lahan berupa hutan rawa sekunder yaitu sebesar 71.120 ha (20,27%).
2. Emisi karbondioksida terbesar pada tahun 2000 terdapat pada perkebunan kelapa sawit yaitu 72.312 ton CO₂/ha di tanah gambut, sedangkan pada tahun 2005 emisi karbondioksida terbesar terdapat pada area tanah terbuka yaitu 795.376 ton CO₂/ha di tanah gambut, dan emisi karbondioksida terbesar pada tahun 2009 terdapat pada hutan sekunder yaitu 441.572 ton CO₂/ha di tanah mineral.
3. Emisi CO₂ terbesar akibat perubahan penutupan lahan tahun 2000-2005 terdapat pada perubahan hutan rawa sekunder menjadi tanah terbuka sebesar 884.469 ton CO₂/ha (63,8%) pada tanah mineral, sedangkan pada tahun 2005-2009 yang

menghasilkan emisi CO₂ terbesar terdapat pada perubahan hutan rawa sekunder menjadi pertanian tanah kering bercampur semak sebesar 135.923 ton CO₂/ha (15,86%).

2. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pendugaan emisi pada kebakaran hutan dan lahan di berbagai tipe penutupan lahan pada periode waktu yang lain di Provinsi Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus F. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Bogor: Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Arsyad S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor . IPB Press.
- Lillesand TM, Kiefer RW. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Terjemahan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lobert J, Wartnaz. 1993. Emission from combustion process in vegetation. Di dalam: Crutzen P, Goldammer J, editor. *Fire in the Environmental: The Ecological, Atmospheric, and Climatic Importance of Vegetation*. New York: John Willey and sons. hlm. 15-35.
- Suwondo, Sabiham S, Sumardjo, Paramudya B. 2010. Analisis lingkungan biofisik lahan gambut pada perkebunan kelapa sawit. *Journal Hidrolitan* 1(3):20-28.
- Syaufina L. 2008. Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Indonesia Perilaku Api, Penyebab, Dan Dampak Kebakaran. Malang: Bayumedia.