

PENDUGAAN EMISI GAS KARBON DIOKSIDA AKIBAT KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI KABUPATEN MUARO JAMBI, PROVINSI JAMBI

*Estimation of Carbon Dioxide Gas Emissions Due to Forest and Land Fires in
Muaro Jambi District, Jambi Province*

Bambang Hero Saharjo^{1*} dan Shafiyah Mutiara Ary¹

(Diterima 2 Juli 2024 /Disetujui 6 Agustus 2024)

ABSTRACT

Forest and land fires have a serious impact on climate change because they produce carbon dioxide gas emissions. Muaro Jambi District is the district with the worst forest and land fires in Jambi Province. The study aims to estimate the carbon dioxide gas emissions generated in Muaro Jambi Regency. The method used was to estimate the burned area using Sentinel-2 imagery, then calculate carbon dioxide emissions using the Seiler and Crutzen equation. The results showed that the number of hotspots detected in Muaro Jambi Regency in 2019, 2020, 2021 and 2022 amounted to 3367, 18, 6, and 2 points, respectively. Meanwhile, carbon dioxide gas emissions generated in 2019, 2020, 2021 and 2022 on mineral soil amounted to 615,913.55 tons, 4,353.76 tons, 415.90 tons, and 2,895.54 tons. While in peatlands the emissions released were 8,922.62 tons, 4,761.38 tons, 36.14 tons, and 121.35 tons.

Keywords: carbon dioxide gas emissions, hotspots, land cover, Muaro Jambi Regency.

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan memiliki dampak serius terhadap perubahan iklim karena menghasilkan emisi gas karbon dioksida. Kabupaten Muaro Jambi adalah kabupaten dengan kebakaran hutan dan lahan terparah di Provinsi Jambi. Penelitian bertujuan menduga emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan di Kabupaten Muaro Jambi. Metode yang dilakukan adalah dengan menduga luasan area terbakar menggunakan citra Sentinel-2, kemudian dilakukan perhitungan emisi karbon dioksida menggunakan persamaan Seiler dan Crutzen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah *hotspot* yang terdeteksi di Kabupaten Muaro Jambi secara berurutan pada tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022 sebesar 3367, 18, 6, dan 2 titik. Sementara itu, emisi gas karbondioksida yang dihasilkan pada tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022 di tanah mineral sebesar 615,913,55 ton, 4.353,76 ton, 415,90 ton, dan 2.895,54 ton. Sedangkan di lahan gambut emisi yang dikeluarkan sebesar 8.922,62 ton, 4.761,38 ton, 36,14 ton, dan 121,35 ton.

Kata kunci: emisi gas karbondioksida, *hotspot*, Kabupaten Muaro Jambi, tutupan lahan

¹ Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor Jawa Barat, Indonesia 16680

*Penulis korespondensi:
e-mail: saharjobambangh@gmail.com

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan memiliki dampak serius terhadap perubahan iklim karena emisi besar karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkannya. Saat hutan terbakar, biomassa yang terdiri dari kayu, tumbuhan, dan bahan organik lainnya terurai dan dilepaskan menjadi CO₂ ke atmosfer. Proses ini secara langsung meningkatkan konsentrasi CO₂ di udara, yang pada gilirannya mengintensifkan efek rumah kaca dan pemanasan global. Selain itu, kebakaran hutan dan lahan juga merusak ekosistem dan mengganggu kemampuan alam dalam menyerap karbon. Perubahan penggunaan lahan akibat kebakaran dapat mengakibatkan kerugian habitat, hilangnya biodiversitas, dan memicu siklus umpan balik yang memperburuk kondisi kebakaran di masa depan. Oleh karena itu, pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan upaya pencegahan kebakaran sangat penting untuk mengurangi dampak emisi CO₂ dan melindungi lingkungan serta keseimbangan iklim bumi (Sumampouw 2019).

Luas kebakaran hutan dan lahan di Indonesia telah meningkat secara drastis pada tahun 2015 dengan luas 2.611.411,44 Ha. Luas kebakaran hutan dan lahan terburuk di Indonesia terjadi di Provinsi Riau, Jambi, Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah (Pratiwi *et al.* 2021). Jambi termasuk ke dalam deretan Provinsi yang paling sering mengalami kebakaran. Menurut data dari KKI WARSIS (2015), Jambi menduduki peringkat kedua penyumbang kebakaran terbanyak di Sumatera setelah Provinsi Riau. Kebakaran ini terjadi baik kebakaran hutan dan lahan perkebunan. Kebakaran hutan di Provinsi Jambi kerap kali terjadi di Kabupaten Muaro Jambi (Ayuningrum 2021). Kabupaten Muaro Jambi adalah kabupaten dengan kebakaran hutan dan lahan terparah di Provinsi Jambi pada tahun 2019. Selain itu bencana kemarau yang terjadi pada tahun 2015 dan 2019 di Kabupaten Muaro Jambi mempengaruhi luas area terbakar hutan dan lahan (Rustan dan Handayani 2020).

Penelitian ini bertujuan menganalisis titik panas (*hotspot*) sebagai indikasi kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Muaro Jambi dan menduga emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2023 sampai Februari 2024 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi dan Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ArcMap.10.8, *Microsoft Word*, dan *Microsoft Excel*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebaran *hotspot* di Kabupaten Muaro Jambi dari tahun 2019 hingga 2022 dengan sensor MODIS yang bersumber dari National Aeronautics and Space

Administration (NASA) (<https://firms.modaps-eosdis.nasa.gov>), peta batas administrasi kabupaten Muaro Jambi yang berasal dari Tanah Air Indonesia (<https://tanahair.indonesia.go.id>), peta sebaran lahan gambut Kabupaten Muaro Jambi dari Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BBSDLPI), peta penutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), dan citra Sentinel-2 dari *Google Earth Engine*.

Prosedur Penelitian

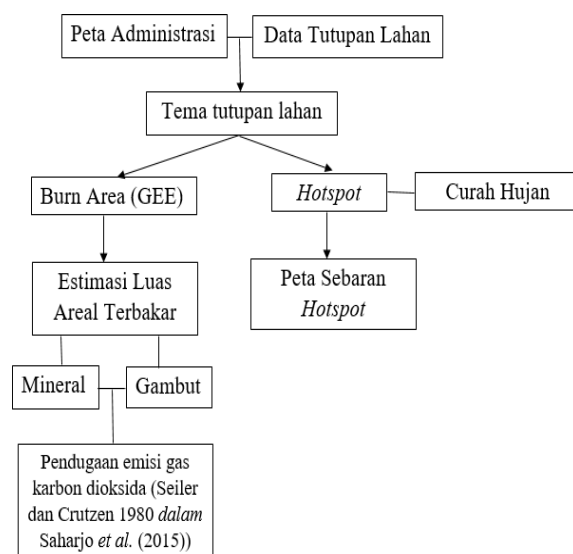
Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh data *hotspot* dari sensor MODIS pada semua kelas kepercayaan, untuk periode Januari 2019 hingga Desember 2022 di Kabupaten Muaro Jambi. Peta administrasi dan peta sebaran gambut digunakan untuk menentukan batas wilayah penelitian. Selain itu, citra Sentinel-2 dari *Google Earth Engine* untuk periode yang sama diunduh guna mengidentifikasi area terbakar.

Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti tersaji dalam Gambar 1. Tahap pertama adalah membuat peta sebaran *hotspot* Kabupaten Muaro Jambi dari sensor MODIS dan VIIRS pada semua kelas kepercayaan. Selanjutnya dilakukan *overlay* data administrasi kecamatan di Kabupaten Muaro Jambi dan data sebaran gambut Kabupaten Muaro Jambi.

Tahap kedua adalah membuat peta area terbakar Kabupaten Muaro Jambi dengan citra Sentinel-2 yang diperoleh dari *Google Earth Engine*. Tahap ini diawali dengan pengunduhan citra periode sebelum dan sesudah kebakaran. Citra Sentinel-2 yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada rentang antara tanggal 1 Januari 2019 hingga 31 Desember 2022. Selanjutnya dilakukan ekstraksi variabel indeks *Normalized Burn Ratio* (NBR) untuk mengukur intensitas kebakaran hutan



Gambar 2 Diagram alir pengolahan data

dan lahan (Que *et al.* 2019). Persamaan variabel indeks NBR yaitu:

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Keterangan:

NBR : *Normalized Burn Ratio*
 NIR : Reflektansi *Near Infrared*
 SWIR : Reflektansi *Shortwave Infrared*

Citra area kebakaran hutan dan lahan ditunjukkan melalui selisih nilai dari setiap piksel yang dihasilkan pada citra indeks sebelum dan sesudah terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Pembuatan citra area kebakaran hutan dan lahan dengan indeks NBR menggunakan rumus sebagai berikut (PPPJL 2015):

$$\Delta NBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$$

Keterangan:

NBR : Selisih perubahan nilai NBR
 NBR_{pre} : Nilai NBR sebelum kebakaran
 NBR_{post} : Nilai NBR sesudah kebakaran

Langkah berikutnya adalah menerapkan *threshold* pada nilai delta NBR berdasarkan rentang nilai yang menunjukkan adanya kebakaran. *Threshold* digunakan untuk menentukan area terbakar dan area yang tidak terbakar. Nilai *threshold* yang digunakan adalah $x \geq 100$ dan $x \leq 1300$, yang diperoleh dari nilai delta NBR berdasarkan Santos *et al.* (2020). Hasil akhir berupa citra yang menunjukkan area yang memiliki nilai delta NBR di atas *threshold*, yang mengindikasikan area terbakar akibat kebakaran hutan dan lahan.

Tahap ketiga adalah Penghitungan estimasi emisi CO₂ dilakukan dengan menggunakan persamaan Seiler dan Crutzen (1980) dalam Saharjo *et al.* (2015). Persamaan tersebut mengacu pada kehilangan biomasa yang terbakar dengan menggunakan persamaan:

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

Keterangan:

M : massa bahan bakar yang terbakar (ton)

A : luas area yang terbakar (ha)
 B : muatan bahan bakar (*fuel load*) (ton/ha)
 E : efisiensi pembakaran (*burning efficiency*)

Setelah itu, biomassa karbon dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$M(C) = 0.45 \times M$$

Emisi karbon dioksida pada tanah mineral (ton CO₂) dihitung menggunakan persamaan:

$$M(CO_2) = 0.90 \times M(C)$$

Emisi karbon dioksida yang dihasilkan pada pembakaran di tanah gambut (ton CO₂) menggunakan persamaan:

$$M(CO_2) = 0.5 \times 0.7 \times M(C)$$

Keterangan:

M(C) : massa karbon (ton)
 M(CO₂) : emisi karbon dioksida (ton)

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data deskriptif. Diawali dengan menganalisis data sebaran *hotspot* pada berbagai tipe penutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi pada tahun 2019 – 2022. Selanjutnya, menganalisis pendugaan luas area yang terbakar dan kemudian dilakukan perhitungan pendugaan estimasi emisi gas CO₂ yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tutupan Lahan

Tutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi pada tahun 2019 sampai 2022 terdapat 15 jenis tutupan lahan (Tabel 1), pada tahun 2019 Kabupaten Muaro Jambi didominasi oleh pertanian lahan kering campur sebesar 3.034.038,96 ha, tahun 2020 dan 2021 didominasi

Tabel 1 Luas area tutupan lahan pada tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

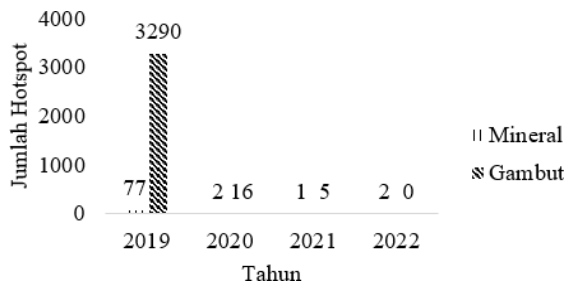
No	Tutupan Lahan	Luas Tutupan Lahan (Ha)			
		2019	2020	2021	2022
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	NA	NA	389,72	389,72
2	Hutan Rawa Primer	10.0071,99	31.702,39	31.702,39	105.858,55
3	Hutan Rawa Sekunder	68.875,49	37.473,91	19.079,51	24.486,00
4	Hutan Tanaman	246.443,64	64.717,93	64.709,00	137.397,56
5	Lahan Terbuka	62.368,95	15.589,50	27.522,37	5.194,58
6	Perkebunan	2.891.478,44	2.716.042,15	2.719.723,19	435.274,63
7	Permukiman	91.206,86	65.768,20	68.887,50	31.042,30
8	Pertambangan	16.698,65	436,94	1.847,45	1.023,88
9	Pertanian Lahan Kering	95.418,77	20.372,17	20.123,96	5.919,67
10	Pertanian Lahan Kering Campur	3.034.038,96	1.034,48	1.034,48	482.859,74
11	Rawa	15.102,10	7.506,62	7.494,08	7.609,11
12	Semak Belukar	1.233.698,38	272.974,51	265.730,11	35.195,99
13	Semak Belukar Rawa	244.843,87	3.606.105,32	3.611.620,71	137.772,08
14	Tubuh Air	131.418,45	17.130,73	17.130,73	4.7349,25
15	Sawah	NA	2.499,37	2.748,75	6.686,07
Total		8.231.664,55	6.859.354,24	6.859.354,24	1.463.669,43

Keterangan: NA = Not Available

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022)

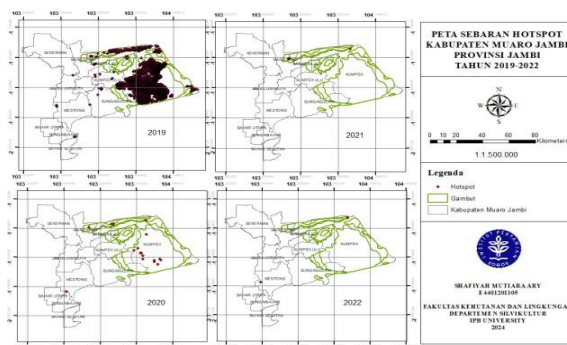
dengan semak belukar rawa sebesar 3.606.105,32 ha dan 3.611.620,71 ha, dan pada tahun 2022 di dominasi pertanian lahan kering campur kembali sebesar 482.859,74 ha. Perubahan total luasan tutupan lahan pada tahun 2019 sampai 2022 menurun drastis, hal tersebut cenderung mengarah pada tingginya gangguan dalam kawasan hutan di Kabupaten Muaro Jambi karena semakin meningkatnya luas tutupan semak belukar dan pertanian campuran (Rahmadani *et al.* 2021).

Gangguan kawasan hutan di kabupaten ini dikarenakan oleh aktivitas manusia didalam kawasan hutan yakni perambahan, perladangan, dan *illegal logging* (Handoko dan Darmawa 2014). Perubahan tutupan lahan tersebut didominasi oleh lahan pertanian kering, perkebunan kelapa sawit, dan lahan pertanian sawah (Suhendri dan Purnomo 2017). Perkebunan kelapa sawit merupakan penyumbang lahan terbesar dari sektor pertanian. Perkembangan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi sangat signifikan, hal ini yang terlihat dari tabel 1, kawasan hutan semakin menurun pada setiap tahunnya (Suhendri dan Purnomo 2017). Perubahan tutupan lahan Muaro Jambi berperan penting dalam tingkat emisi gas-gas rumah kaca, terutama karbon dioksida dan metana. Hutan gambut menyimpan karbon dalam jumlah yang sangat besar. Secara historis hutan-hutan ini menutupi lebih dari 40% luas kabupaten. Hutan telah mengalami peningkatan laju deforestasi dari kebakaran hutan diperburuk oleh penebangan liar dan pembukaan lahan untuk dijadikan lahan pertanian (Chen *et al.* 2008).



Sumber: FIRMS (Fire Information for Resource Management)

Gambar 4 Perbandingan jumlah *hotspot* tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022 pada tanah mineral dan gambut di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

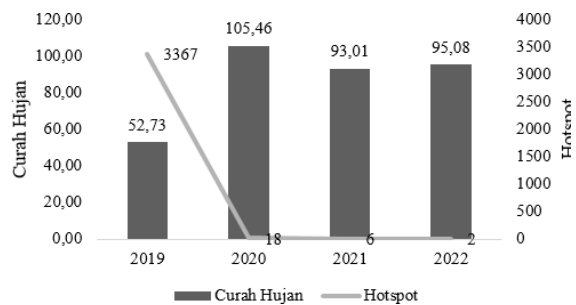


Gambar 5 Peta sebaran *hotspot* lahan gambut dan mineral

Sebaran Titik Panas (*Hotspot*)

Jumlah *hotspot* yang terpantau dari satelit MODIS dapat diketahui bahwa selama rentang waktu dari tahun 2019 hingga tahun 2022, pada daerah Kabupaten Muaro Jambi selalu mengalami penurunan seperti yang disajikan pada Gambar 4. Pada tahun 2019 total *hotspot* yang ada sebesar 3367 titik dan menurun pada tahun 2020 dengan total *hotspot* sebanyak 18 titik, selanjutnya di tahun 2021 menurun kembali dengan total 6 titik, dan pada tahun 2022 menurun kembali menjadi sebanyak 2 titik. *Hotspot* cenderung lebih banyak terdeteksi di lahan gambut dibandingkan lahan mineral (Gambar 5), dikarenakan karakteristik khusus dari lahan gambut yang membuatnya rentan terhadap kebakaran. Gambut memiliki sifat mudah terbakar dan tingkat kelembapan yang tinggi, yang membuatnya menjadi bahan bakar yang ideal untuk kebakaran. Selain itu, lahan gambut cenderung menyimpan lebih banyak karbon, dan ketika terbakar, jumlah emisi gas rumah kaca menjadi lebih besar, memberikan dampak negatif pada perubahan iklim di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.

Lahan gambut di Kabupaten Muaro Jambi digunakan untuk perkebunan kelapa sawit, produktivitas kelapa sawit pada tanah gambut jauh lebih tinggi dibanding produktivitas pada tanah mineral masam (Hafiz 2020). Melakukan pemadatan tanah gambut untuk



Sumber: FIRMS (Fire Information for Resource Management) dan NASA POWER

Gambar 6 Jumlah curah hujan dan *hotspot* pada tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

Tabel 2 Sebaran *hotspot* pada berbagai tipe tutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022

Tutupan Lahan	2019		2020			2021			2022			
	M	G	T	M	G	T	M	G	T	M	G	T
Hutan Lahan Kering Sekunder	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hutan Rawa Primer	4	316	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hutan Rawa Sekunder	3	426	429	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hutan Tanaman	-	9	9	4	4	-	5	5	-	-	-	-
Lahan Terbuka	6	46	52	8	8	-	-	-	-	-	-	-
Perkebunan	13	1033	1046	1	2	3	1	-	1	1	-	1
Permukiman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pertambangan	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
Pertanian Lahan Kering	5	1	6	-	-	0	-	-	-	-	-	-
Pertanian Lahan Kering Campur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Rawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hutan Mangrove Sekunder	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semak Belukar	28	157	185	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semak Belukar Rawa	26	1294	1320	1	2	3	-	-	-	-	-	-
Tubuh Air	1	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sawah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : M = Mineral; G = Gambut; T = Total

penggunaan perkebunan kelapa sawit adalah tindakan yang juga mendorong kerusakan tanah gambut (Sari *et al.* 2019). Tindakan drainase dalam pengelolaan tanah gambut akan menyebabkan timbulnya titik panas (*hotspot*) dari emisi gas rumah kaca. Jumlah *hotspot* terbanyak terdapat di tahun 2019 disebabkan oleh adanya anomali iklim yaitu fenomena El-Nino di Samudera Pasifik yang menyebabkan terjadinya kekeringan di Indonesia, peningkatan jumlah *hotspot* yang signifikan dua sampai tiga kali lipat dibandingkan tahun tanpa

peristiwa El Nino (Aflahah *et al.* 2019). Berdasarkan hal tersebut, dapat dikaitkan hubungan antara parameter cuaca dan distribusi titik panas di Kabupaten Muaro Jambi.

Hasil perbandingan jumlah curah hujan dengan *hotspot* menunjukkan hasil yang berbanding terbalik, dimana semakin tinggi curah hujan maka *hotspot* yang terdeteksi semakin banyak. Pada tahun 2019 curah hujan di Kabupaten Muaro Jambi sebesar 52,73 mm/tahun, sedangkan pada tahun 2020, 2021, dan 2019 curah hujan

Tabel 3 Pendugaan luas area terbakar pada tahun 2019 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

No.	Tutupan Lahan	Luas Areal Terbakar (Ha)		
		M	G	T
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-	-	-
2	Hutan Rawa Primer	10,55	32,11	42,66
3	Hutan Rawa Sekunder	10,77	227,41	238,19
4	Hutan Tanaman	17,37	1.015,24	1.032,61
5	Lahan Terbuka	182,98	777,16	960,14
6	Perkebunan	829,20	491,89	1.321,09
7	Permukiman	108,29	0,45	108,74
8	Pertambangan	3,23	0,01	3,24
9	Pertanian Lahan Kering	108,36	0,39	108,75
10	Pertanian Lahan Kering Campur	1,68	-	1,68
11	Rawa	235,09	-	235,09
12	Semak Belukar	610,31	192,36	802,68
13	Semak Belukar Rawa	121,47	394,05	515,51
14	Tubuh Air	-	-	-
15	Sawah	-	-	-
Total		2.239,30	3.131,08	5.370,39

Keterangan: M = Mineral, G = Gambut, T = Total.

Tabel 4 Pendugaan luas area terbakar pada tahun 2020 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

No.	Tutupan Lahan	Luas Areal Terbakar (Ha)		
		M	G	T
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-	-	-
2	Hutan Rawa Primer	-	0,01	0,01
3	Hutan Rawa Sekunder	-	0,27	0,27
4	Hutan Tanaman	-	-	-
5	Lahan Terbuka	0,56	2,25	2,81
6	Perkebunan	127,24	47,15	174,39
7	Permukiman	21,74	-	21,74
8	Pertambangan	-	-	-
9	Pertanian Lahan Kering	49,28	0,72	50,00
10	Pertanian Lahan Kering Campur	-	-	-
11	Rawa	149,58	14,79	164,37
12	Semak Belukar	143,99	828,78	12,05
13	Semak Belukar Rawa	130,37	829,78	1,59
14	Tubuh Air	-	-	-
15	Sawah	-	-	-
Total		622,75	1.723,75	427,23

Keterangan: M = Mineral, G = Gambut, T = Total.

Tabel 5 Pendugaan luas area terbakar pada tahun 2021 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

No.	Tutupan Lahan	Luas Areal Terbakar (Ha)		
		M	G	T
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-	-	-
2	Hutan Rawa Primer	-	-	-
3	Hutan Rawa Sekunder	-	1,77	1,77
4	Hutan Tanaman	-	-	-
5	Lahan Terbuka	-	11,52	11,52
6	Perkebunan	4,16	1,54	5,70
7	Permukiman	2,23	-	2,23
8	Pertambangan	-	-	-
9	Pertanian Lahan Kering	3,73	-	3,73
10	Pertanian Lahan Kering Campur	-	-	-
11	Rawa	2,08	-	2,08
12	Semak Belukar	46,44	0,32	6,75
13	Semak Belukar Rawa	6,43	4,31	50,76
14	Tubuh Air	-	-	-
15	Sawah	-	-	-
Total		65,07	19,47	84,54

Keterangan: M = Mineral, G = Gambut, T = Total.

Tabel 6 Pendugaan luas area terbakar pada tahun 2022 di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi

No.	Tutupan Lahan	Luas Areal Terbakar (Ha)		
		M	G	T
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	7,33	-	7,33
2	Hutan Rawa Primer	-	-	-
3	Hutan Rawa Sekunder	-	-	-
4	Hutan Tanaman	-	12,26	12,26
5	Lahan Terbuka	96,63	0,27	96,89
6	Perkebunan	45,08	10,98	56,06
7	Permukiman	4,06	-	4,06
8	Pertambangan	0,42	-	0,42
9	Pertanian Lahan Kering	3,53	-	3,53
10	Pertanian Lahan Kering Campur	69,18	-	69,18
11	Rawa	0,17	-	0,17
12	Semak Belukar	210,19	-	210,19
13	Semak Belukar Rawa	1,65	16,12	17,77
14	Tubuh Air	-	-	-
15	Sawah	-	-	-
Total		438,24	39,62	477,8

Keterangan: M = Mineral, G = Gambut, T = Total.

meningkat menjadi 105,46 mm/tahun; 93,01 mm/tahun; dan 95,08 mm/tahun. Gambar 6 menunjukkan pada tahun 2020 sampai 2022 mengalami kenaikan curah hujan dibandingkan pada tahun 2019. Tingginya curah hujan tahun 2019 menyebabkan tingginya jumlah *hotspot* hingga mencapai 3367 titik. Tetapi mulai tahun 2020 hingga 2022 merangsang naik yang diikuti menurunnya *hotspot*. Penurunan yang terjadi saat musim kemarau, dimana curah hujan rendah dan jumlah *hotspot* cenderung meningkat yang artinya potensi kebakaran di daerah tersebut juga meningkat (Kumalawati *et al.* 2021).

Perubahan dalam jumlah curah hujan memiliki korelasi dengan kejadian kebakaran hutan dan lahan, semakin rendah curah hujan maka semakin besar kemungkinan luas hutan yang terbakar (Syaufina dan Fitriana 2021). Fenomena ini mencerminkan adanya hubungan antara curah hujan dan tingkat kerentanan terhadap kebakaran hutan di suatu wilayah. Thoha (2008) menyatakan bahwa pada bulan-bulan dengan curah hujan yang rendah, indeks kekeringan cenderung tinggi, sementara pada bulan-bulan dengan curah hujan tinggi, indeks kekeringan rendah bahkan mencapai nol. Temuan ini menunjukkan bahwa curah hujan memiliki dampak langsung terhadap tingkat kelembapan bahan bakar, menjadi faktor penentu penting dalam potensi terjadinya kebakaran hutan dan lahan.

Sebaran titik panas pada berbagai jenis penutup lahan selama tahun 2019 sampai tahun 2022, terlihat dalam Tabel 2. Tipe tutupan lahan semak belukar rawa dan perkebunan menunjukkan *hotspot* tertinggi pada tahun 2019. Keberadaan *hotspot* yang tinggi di semak belukar rawa disebabkan oleh bahan bakar pada tipe tutupan lahan semak belukar rawa memiliki jumlah yang tinggi dan sangat mudah terjadi kejadian kebakaran, apalagi jika dalam keadaan kering (kadar air rendah) karena terdapat pada lahan gambut. Sedangkan tingginya *hotspot* pada tipe tutupan lahan perkebunan disebabkan oleh praktik pembakaran lahan dalam kegiatan pertanian perkebunan, seperti membersihkan sisa-sisa tanaman atau mengendalikan hama, telah terbukti menjadi penyebab utama munculnya *hotspot* di perkebunan (Abood *et al.* 2015). Selain itu, terdapat faktor-faktor lingkungan seperti daerah perkebunan yang berada di lahan gambut atau hutan rawa yang memiliki tingkat kelembapan rendah, meningkatkan kerentanan terhadap kebakaran (Hooijer *et al.* 2010).

Pendugaan Luas Area Terbakar

Hasil pendugaan luas area terbakar terluas tahun 2019 terdapat pada tutupan lahan hutan tanaman di lahan gambut sebesar 1.015,24 ha, selanjutnya pada tahun 2020 terdapat pada tutupan lahan semak belukar rawa di lahan gambut sebesar 829,78 ha, tahun 2021 terdapat pada tutupan lahan semak belukar rawa di lahan mineral sebesar 46,44 ha, dan pada tahun 2022 terdapat pada tutupan lahan semak belukar di lahan mineral sebesar 210,19 ha. Penyebab banyaknya areal yang terbakar itu akibat dari aktivitas manusia dalam pengelolaan lahan. lahan yang paling luas terbakar adalah lahan gambut, mayoritas terjadi pada areal konsesi perusahaan perkebunan, kelapa sawit, dan hutan tanaman industri yang memproduksi di lahan gambut.

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) Jambi sudah memastikan 80% titik api berada sebaran titik api berada di hutan tanaman industri dan sawit (Suhendri dan Purnomo 2017).

Luas total area terbakar pada tahun 2019-2022 mengalami fluktuasi di setiap tahunnya. Pada tahun 2019 total luas yang didapatkan 5.370,39 ha, menurun menjadi 427,23 ha pada tahun 2020, dan menurun kembali menjadi 84,54 ha pada tahun 2021. Namun, pada tahun 2022 total luas area terbakar naik kembali menjadi 477,86 ha. Peningkatan luas total area terbakar tersebut dengan peningkatan jumlah *hotspot* di Kabupaten Muaro Jambi tahun 2019- 2021, di tahun 2022 *hotspot* yang terdeteksi tidak sebanding dengan data luas area terbakar yang didapatkan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Saharjo dan Putri (2019) dimana hasil yang didapatkan menunjukkan perbandingan lurus antara jumlah *hotspot* dan luas area terbakar. sedangkan pada tahun 2022 sejalan dengan penelitian Sagita (2021) menunjukkan hasil perbandingan jumlah *hotspot* dan luas area terbakar tidak sebanding, hal tersebut disebabkan sebaran *hotspot* di tahun 2022 cenderung menyebar, berbeda dengan *hotspot* pada tahun 2019, 2020, dan 2021 yang berdekatan serta menumpuk antara *hotspot* yang ada. Sehingga luas area terbakar akan cenderung lebih besar dan menyebar walaupun memiliki jumlah *hotspot* yang lebih rendah dibandingkan luas area terbakar dengan jumlah *hotspot* yang lebih banyak. Sama dengan pernyataan Prasasti *et al.* (2012), *Hotspot* masih dipercaya sebagai alat deteksi kebakaran hutan dan lahan. Namun dalam pemanfaatannya, banyaknya jumlah *hotspot* yang terdeteksi tidak selalu mencerminkan makin luasnya kebakaran yang terjadi.

Pendugaan Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Hasil rekapitulasi pendugaan emisi karbon dioksida pada tanah mineral ditunjukkan pada Tabel 7, dengan total sebesar 23.578,75 ton. Emisi terbesar dihasilkan pada tahun 2019 sebesar 15.913,55 ton. Hal ini berkaitan dengan *hotspot* dan luas area terbakar yang dihasilkan dimana pada tahun 2019 merupakan tahun tertinggi dari tiap kejadiannya. Pada tahun 2019 lahan perkebunan menjadi penghasil gas emisi karbon dioksida terbesar di Kabupaten Muaro Jambi sebesar 6.761,51 ton. Hal ini disebabkan karena konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit, dimana luas area terbakar dan muatan bahan bakar pada perkebunan memiliki nilai yang cukup besar dan akan mengemisikan karbon dioksida dengan jumlah yang besar pula ke atmosfer (Agustin 2018), dan diperkuat dengan terjadinya peristiwa El-Nino di tahun 2019. Sedangkan pada tahun 2020-2022 penghasil emisi gas karbon dioksida terbesar terdapat pada lahan semak belukar sebesar 1.166,33 ton, 282,14 ton, dan 1.702,51 ton. Hal ini disebabkan karena luas area terbakar pada semak belukar pada tahun 2020- 2021 mencapai luas tertinggi. Selain itu, nilai koefisien pembakaran mencapai 0,8 (Seiler dan Crutzen 1980), menandakan bahwa semak belukar adalah materi yang sangat mudah terbakar pada (Saharjo *et al.* 2012). Tanah mineral akan mudah terbakar dapat apabila ada faktor, seperti kandungan bahan organik tinggi, cuaca kering, dan keberadaan sumber panas eksternal.

Hasil rekapitulasi pendugaan emisi karbon dioksida pada tanah gambut ditunjukkan pada Tabel 8, dengan total sebesar 13.841,39 ton. Emisi terbesar dihasilkan pada tahun 2019 dan 2022 terdapat pada hutan tanaman sebesar 3.997,52 ton dan 48,25 ton. Sedangkan pada tahun 2020 jumlah emisi karbon dioksida tertinggi terdapat pada semak belukar sebesar 2.613,79 ton, dan tahun 2021 terdapat pada lahan terbuka sebesar 14,52 ton. Tanah gambut dikenal merupakan sumber emisi gas rumah kaca (GRK) terbesar dari sektor pertanian dan kehutanan karena menyimpan cadangan karbon sangat besar yaitu sekitar 75% karbon di atmosfer. Tanah gambut terbentuk dari akumulasi bahan organik yang mudah mengalami dekomposisi apabila ada perubahan kondisi lingkungan menjadi aerob, saat lahan gambut terbakar, akan menghasilkan asam organik, gas CO₂ dan gas metan (Subiksa *et al.* 2011). Menurut penelitian oleh Hooijer *et al.* (2010), pembakaran lahan gambut dapat menyebabkan emisi CO₂ yang signifikan, berkontribusi pada perubahan iklim global.

Penelitian ini menunjukkan jumlah emisi karbon dioksida pada tanah mineral memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah gambut. Walaupun, simpanan karbon gambut bisa 10 kali lebih tinggi dibandingkan dengan simpanan karbon tanah mineral, dan setiap satu gram gambut kering menyimpan sekitar 180- 600 mg karbon, sedangkan setiap satu gram tanah mineral hanya mengandung 5-80 mg karbon (Sagita 2021). Hal ini karena luasan area kebakaran pada tanah mineral lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanah gambut, jika area terbakar semakin meluas, maka jumlah emisi yang dikeluarkan akan semakin besar.

Tabel 7 Pendugaan emisi karbon dioksida (CO₂) di tanah mineral pada tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022

No.	Tutupan Lahan	Emisi Karbon dioksida (CO ₂) (Ton)			
		2019	2020	2021	2022
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-	-	-	74,20
2	Hutan Rawa Primer	119,66	-	-	-
3	Hutan Rawa Sekunder	87,27	-	-	-
4	Hutan Tanaman	175,87	-	-	-
5	Lahan Terbuka	592,84	1,82	-	313,07
6	Perkebunan	6.716,51	1.030,61	33,72	365,18
7	Permukiman	175,43	35,22	3,61	6,58
8	Pertambangan	5,23	-	-	0,68
9	Pertanian Lahan Kering	921,57	419,09	31,71	30,02
10	Pertanian Lahan Kering Campur	9,55	-	-	392,23
11	Rawa	1.428,17	908,69	12,63	1,03
12	Semak Belukar	4.943,54	1.166,33	282,14	1.702,51
13	Semak Belukar Rawa	737,90	792,00	52,10	10,04
14	Tubuh Air	-	-	-	-
15	Sawah	-	-	-	-
Total		15.913,55	4.353,76	415,90	2.895,54

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Jumlah titik panas (*hotspot*) yang terdeteksi di Kabupaten Muaro Jambi menurun berturut-turut dari 3367 titik pada 2019, menjadi 18 titik pada 2020, 6 titik pada 2021, dan 2 titik pada 2022. Penurunan jumlah *hotspot* dipengaruhi oleh curah hujan, di mana semakin rendah curah hujan, semakin besar kemungkinan kebakaran hutan dan lahan yang terjadi. Pada 2019, emisi karbon dioksida diperkirakan mencapai 15.913,55 ton di tanah mineral dan 8.922,62 ton di tanah gambut. Pada 2020, emisi sebesar 4.353,76 ton di tanah mineral dan 4.761,38 ton di tanah gambut. Pada 2021, emisi tercatat 415,90 ton di tanah mineral dan 36,14 ton di tanah gambut. Pada 2022, emisi mencapai 2.895,54 ton di tanah mineral dan 121,25 ton di tanah gambut. Penelitian ini menunjukkan faktor yang mempengaruhi banyaknya emisi gas karbon dioksida yaitu kandungan biomassa pada setiap tutupan lahan dan luas area terbakar.

Saran

Diperlukan penelitian serupa di daerah lain yang memiliki risiko kebakaran hutan dan lahan sebagai upaya mitigasi kebakaran untuk mencegah peningkatan gas karbon dioksida. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dukungan kepada pihak-pihak terkait di lapangan dalam usaha mengendalikan kebakaran hutan dan lahan dengan memanfaatkan data informasi titik panas (*hotspot*) di berbagai jenis tutupan lahan, serta informasi perkiraan jumlah emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan.

Tabel 8 Pendugaan emisi karbon dioksida (CO₂) di tanah gambut pada tahun 2019, 2020, 2021 dan 2022

No.	Tutupan Lahan	Emisi Karbondioksida (CO ₂) (Ton)			
		2019	2020	2021	2022
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-	-	-	-
2	Hutan Rawa Primer	141,59	0,06	-	-
3	Hutan Rawa Sekunder	716,35	0,84	5,58	-
4	Hutan Tanaman	3.997,52	-	-	48,25
5	Lahan Terbuka	979,22	2,84	14,52	0,33
6	Perkebunan	1.549,46	148,53	4,84	34,58
7	Permukiman	0,28	-	-	-
8	Pertambangan	0,01	-	-	-
9	Pertanian Lahan Kering	1,30	2,39	-	-
10	Pertanian Lahan Kering Campur	-	-	-	-
11	Rawa	-	34,94	-	-
12	Semak Belukar	605,94	2.613,79	1,01	-
13	Semak Belukar Rawa	930,94	1.957,99	10,19	38,08
14	Tubuh Air	-	-	-	-
15	Sawah	-	-	-	-
Total		8.922,62	4.761,38	36,14	121,25

DAFTAR PUSTAKA

- [PPPJL] Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. 2015. *Pedoman Pemanfaatan Data Landsat 8 untuk Deteksi Daerah Terbakar (Burned Area)*. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Abood SA, Lee JSH, Burivalova Z, Garcia UJ, Koh LP. 2015. Relative contributions of the logging, fiber, oil palm, and mining industries to forest loss in Indonesia. *Conservation Letters* 8(1): 58-67.
- Aflahah E, Hidayati R, Hidayat R, Alfahmi F. 2019. Pendugaan *hotspot* sebagai indikator kebakaran hutan di Kalimantan berdasarkan faktor iklim. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 9(2): 405-418.
- Agustin T. 2018. Emisi karbon dioksida akibat konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Sumatera Utara [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ayuningrum R. 2020. Analisis sebaran *hotspot* dan area terbakar di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Chen P, Miettinen SC, Liew, Kwok LK. 2008. Sebuah Studi Kasus Penginderaan Jarak Jauh atas Penggunaan Lahan /Perubahan Tutupan Lahan di Lahan Gambut Muaro Jambi, Indonesia, antara 1989–2007. Singapura: Pusat Pencitraan, Penginderaan dan Proses Jarak Jauh, Universitas Nasional Singapura
- Hafif B. 2020. Kerusakan tanah pada lahan perkebunan serta strategi pencegahan dan pengendaliannya. *Perspektif* 19(2): 105-121.
- Handoko, Darmawan A. 2015. Perubahan tutupan hutan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (Tahura War). *Jurnal Sylva Lestari* 3(2): 42-52.
- Hooijer A, Page S, Canadell JG, Silvius M, Kwadijk J, Wösten H, Jauhiainen J. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences* 7(5): 1505-1514.
- KKI WARSI. 2015. *Alam Sumatera: Introduksi Suku Batin IX*. Jambi: KKI WARSI.
- Kumalawati R, Yuliarti A, Anggraeni RN, Murliawan KH. 2021. Sebaran *hotspot* tahun 2012-2021 Di Kalimantan Selatan. *Jurnal Geografika (Geografi Lingkungan Lahan Basah)* 2(1): 1-10..
- Prasasti I, Boer R, Ardiansyah M, Buono A, Syaufina L, Vetrira Y. 2012. Analisis hubungan kode-kode SPBK (Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran) dan *hotspot* dengan kebakaran hutan dan lahan di Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 2(2): 101-101.
- Pratiwi TA, Irsyad M, Kurniawan R, Agustian S, Negara BS. 2021. Klasifikasi kebakaran hutan dan lahan menggunakan algoritma naïve bayes Di Kabupaten Pelalawan. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)* 6(1): 139-148.
- Rahmadani F, Budi YS, Wulandari C. 2021. Perubahan tutupan lahan di hutan rakyat Gapoktan Jaya Lestari Provinsi Lampung. *Jurnal Hutan Tropis* 9(2): 366-375.
- Rustan, Handayani L. 2020. Analisis distribusi suhu maksimum dan kelembaban rata-rata untuk mitigasi kebakaran hutan dan lahan (studi kasus : Kabupaten Muaro Jambi). *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya* 4(1): 16-20.
- Sagita GO. 2021. Pendugaan emisi gas karbondioksida akibat kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Tanjung Jabung Timur Provinsi Jambi [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Saharjo BH, Putra EI, Atik U. 2012. Pendugaan emisi CO₂ sebagai gas rumah kaca akibat kebakaran hutan dan lahan pada berbagai tipe penutupan lahan di Kalimantan Tengah tahun 2000-2009. *Jurnal Silviculture Tropika* 3(3): 143-148.
- Saharjo BH, Putra EI, Syam N. 2015. Pendugaan emisi gas rumah kaca akibat kebakaran hutan dan lahan pada berbagai tipe tutupan lahan di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2000-2009. *Jurnal Silviculture Tropika* 6(2):132-138.
- Saharjo BH, Putri CS. 2019. Pendugaan emisi gas karbondioksida akibat kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. *Journal of Tropical Silviculture* 10(3): 152-158.
- Santos SMB, Goncalves AB, Rocha WF, Baptista G. 2020. Assesment of burned forest area severity and postfire regrowth in Chapada Diamantina National Park (Bahia, Brazil) using dNBR and RdNBR spectral indices. *Geoscience* 10(106):1-19.
- Sari DAP, Falatehan AF, Ramadhonah RY. 2019. The social and economic impacts of peat land palm oil plantation in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series* 1364(1): 1-8.
- Seiler W, Crutzen P. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climate Change* 2(1):207-247
- Subiksa IGM, Hartatik W, Agus F. 2011. *Pengelolaan Lahan Gambut Secara Berkelanjutan*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Suhendri, Purnomo EP. 2017. Penguatan kelembagaan dalam pencegahan dan pengendalian kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi. *Journal of Governance And Public Policy* 4(1): 174-204.
- Sumampouw OJ. 2019. *Perubahan Iklim Dan Kesehatan Masyarakat*. Yogyakarta: Deepublish.
- Syaufina L, Fitriana S. 2021. Faktor penyebab dan upaya pengendalian kebakaran hutan di KPH Majalengka. *Journal of Tropical Silviculture* 12(3): 164-171.
- Thoha AS. 2008. Keterkaitan iklim mikro dengan perilaku api pada kebakaran hutan [skripsi]. Medan: USU Repository.