



## Analisis Spasial Hubungan Sebaran Hotspot, Perubahan Stok Karbon, dan Karakteristik Lahan (Kawasan Hutan dan Ketebalan Gambut) di KHG Kahayan Sebangau, Kalimantan Tengah Tahun 2018-2022

*(Spatial Analysis of Hotspots, Carbon Stock Changes and Land Properties in Peatland Hydrology Unitary (KHG) Kahayan-Sebangau, Central Kalimantan in 2018 – 2022)*

Krisologus Genesa Ruby Atmadja<sup>1\*</sup>, Basuki Rahman<sup>1</sup>, Lenalda Febriany Santosa<sup>1</sup>, Rizqi I'anatus Sholihah<sup>1</sup>, Verlina Intan Wulandari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Dakwah dan Ilmu Komunikasi, Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin, Jalan A. Yani km. 4,5, Kalimantan Selatan, 70235

\* Corresponding Author: [chriskris007@gmail.com](mailto:chriskris007@gmail.com)

### Article History

Received : September 27, 2025

Revised : October 2, 2025

Approved : October 9, 2025

**Keywords:** Tropical Peatland, GIS, Hotspots, Peat Fires, Carbon Emissions

© 2025 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

### ABSTRACT

Peatland fires have been a long-standing topic of discussion in combating greenhouse gas effects, especially in Indonesia, which has the largest tropical peatlands in the world. However, peatland fires have their own complexities, one of which is that hotspots do not always reflect the amount of carbon emissions. This study was conducted in the Kahayan-Sebangau Peatland Hydrological Unitary (KHG) by integrating several spatial data sets: MODIS hotspot distribution data from 2019 to 2022, peat thickness data, forest area status data, land cover data from 2018 and 2022 with carbon content values based on the 2015 national guidelines of the Ministry of Environment and Forestry (KLHK). Carbon emissions were estimated from changes in land cover and carbon reserves per hectare. The results show that Production Forests (HP) contribute >40% of total hotspots and >80% of carbon emissions, while Conversion Production Forests (HPK) have the highest hotspot density at 1.08 hotspots/km<sup>2</sup> and the highest carbon emissions are found in the deep peat thickness class. This study found that the status of forest areas and peat thickness greatly determine the amount of carbon emissions from a fire, as indicated by the distribution of hotspots.

### Sejarah Artikel

Diterima : 27 September 2025

Direvisi : 2 Oktober 2025

Disetujui : 9 Oktober 2025

**Kata Kunci:** Gambut Tropika, GIS, Hotspot, Kebakaran, Emisi Karbon

© 2025 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

### ABSTRAK

Kebakaran lahan gambut telah menjadi sebuah perbincangan jangka panjang dalam memerangi efek gas rumah kaca, terutama di Indonesia yang memiliki gambut tropika terbesar di dunia. Namun kebakaran lahan gambut memiliki sebuah kompleksitas tersendiri yang salah satunya titik panas (hotspot) tidak selalu mencerminkan besarnya emisi karbon. Penelitian ini dilakukan pada Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Kahayan-Sebangau dengan mengintegrasikan beberapa data spasial sebaran hotspot MODIS tahun 2019 – 2022, data ketebalan gambut, data status Kawasan hutan, data tutupan lahan tahun 2018 dan 2022 dengan nilai kandungan karbon berdasarkan pedoman nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2015. Emisi karbon diestimasi dari perubahan tutupan lahan dan cadangan karbon per hektar. Hasil menunjukkan Hutan Produksi (HP) menyumbang > 40% total hotspot dan >80% emisi karbon, Hutan Produksi Konversi (HPK) memiliki kepadatan hotspot tertinggi yaitu 1,08 hotspot/km<sup>2</sup> dan emisi karbon tertinggi berada pada kelas ketebalan gambut dalam. Penelitian ini menghasilkan bahwa status Kawasan hutan dan ketebalan gambut sangat menentukan besarnya emisi karbon dari suatu kebakaran yang diindikasikan dengan sebaran hotspot.

## 1. Pendahuluan

(Ramadhi et al., 2023) menyebutkan bahwa lahan gambut tropika merupakan lingkungan yang berada dalam kategori lahan basah dengan tanah yang terbentuk dari

endapan bahan organik. Pelestarian lahan gambut merupakan hal yang utama karena kemampuannya dalam menyimpan sekitar 30% cadangan karbon dunia, setara dengan 20 kali lipat kemampuan menyimpan karbon tanah

mineral. Indonesia, yang dikenal keanekaragaman hayati yang luar biasa, merupakan rumah bagi 10% hutan hujan tropis.

(Febrianti, 2018) mengatakan bahwa Indonesia memiliki lahan gambut tropika terluas di dunia, (Chadirin et al., 2016) juga menambahkan 32% lahan gambut tropika Indonesia berada di Kalimantan. (Wahyunto et al., 2004) menunjukkan bahwa Kalimantan Tengah memiliki 52,18% dari total gambut yang ada di pulau Kalimantan, 29,99% berada di Kalimantan Barat, 12,08% berada di Kalimantan Timur dan di Kalimantan Selatan senilai 5,75%. (Heinemeyer et al., 2018) mengatakan, lahan gambut merupakan penyimpan karbon yang penting secara global, namun dampak yang diberikan oleh alam dan manusia dapat mempengaruhi daripada akumulasi karbon gambut tersebut. Ketika perubahan iklim dapat mempengaruhi jumlah kadar air yang dapat memberikan perubahan pada proses dekomposisi gambut, pembukaan lahan juga dapat mengurangi akumulasi gambut.

Lahan gambut memiliki fungsi sebagai penyimpan karbon yang tinggi. Meskipun tidak lebih luas daripada gambut boreal dan temperate, lokasi gambut tropika yang terletak banyak di area tropis seperti Asia Tenggara, membuat perubahan suhu global dapat mempengaruhi kuantitas air dan mempercepat dekomposisi gambut. Bila hal ini terjadi akan menyebabkan jumlah emisi karbon yang sangat banyak dan berdampak pada efek gas rumah kaca. Namun manusia juga ikut dalam berkontribusi mempercepat dekomposisi gambut ini.

Menurut (Turnip et al., 2018), pada pertengahan tahun 1990-an, lahan gambut di Kalimantan Tengah dikonversikan sebagai lahan pertanian (PLG atau Proyek Lahan Gambut) dengan membuka lebih dari 1 juta ha. (Setyawati et al., 2021) juga mengatakan bahwa ekosistem gambut tropika memiliki peran penting dalam menyimpan dan sirkulasi karbon dan air, khususnya pada biodiversitas. Kini, ekosistem hutan gambut Indonesia yang unik telah terancam oleh program pembangunan

nasional dan kondisi peningkatan ekonomi yang signifikan. (Miettinen, dkk., 2017 yang dikutip dari Mishra et al., 2021) juga menambahkan bahwa konversi menjadi Perkebunan dan jenis pertanian lainnya menghasilkan perubahan jangka panjang pada ekosistem gambut. Peniadaan tutupan hutan asli yang digabung dengan drainase mengakibatkan laju dekomposisi gambut dan emisi karbon semakin tinggi.

(Wösten et al., 2006) menjelaskan bahwa penggunaan lahan atau jenis vegetasi yang berbeda pada lahan gambut yang terancam punah memiliki hubungan dengan level air tanah, dimana saat kondisi kering atau kemarau dan level air tanah berada di 1 m lebih di bawah permukaan tanah, maka bencana kebakaran pun tak dapat dihindari. (Wijedasa et al., 2018) menambahkan bahwa kebakaran hutan dan lahan adalah bencana alam yang sering terjadi di Indonesia terutama pada saat musim kemarau. Salah satu jenis lahan yang sering terbakar yaitu lahan gambut. Maka diperlukan adanya pendeteksian dini sebagai langkah awal mitigasi kerentanan jenis tutupan lahan terhadap bencana kebakaran menggunakan data hasil citra penginderaan jauh dan diolah dengan Sistem Informasi Geografis.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Kahayan-Sebangau, Kalimantan Tengah dengan luas ±450.689 ha dan berada di dua Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Pulang Pisau dan Kota Palangka Raya.

### 2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat komputer ASUS seri 456U, Arcmap 10.8 dan Arcgis pro, Microsoft office dan perangkat alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data titik hotspot 2019 – 2022, data fungsi Kawasan hutan KHG Kahayan-Sebangau, data ketebalan gambut KHG Kahayan-Sebangau, data tutupan lahan Kalimantan Tengah tahun 2018 dan 2022 dan data Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG).

### 2.3. Prosedur Penelitian

#### 2.3.1 Pemilihan Titik Hotspot dengan Confidence 80%

Tindakan ini berlandaskan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.8/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2018 tentang Prosedur Tetap Pengecekan Lapangan informasi Titik Panas dan/atau Informasi Kebakaran Hutan dan Lahan yang menjelaskan tingkat kepercayaan tinggi titik panas berada pada 80% - 100%.

#### 2.3.2 Rumus Perubahan Cadangan Karbon

Nilai cadangan karbon pada tutupan lahan 2018 dan 2022 di lokasi penelitian mengacu pada Buku Kegiatan Serapan dan Emisi Karbon Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2015, dengan rumus perubahan cadangan karbon menggunakan *Stock-Difference Method* dan *Gain-Loss Method* sesuai acuan (IPCC, 2006):

$$\Delta C = \frac{(C_{t2} - C_{t1})}{(t_2 - t_1)}$$
$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Dimana:

$\Delta C$  = Perubahan cadangan karbon tahunan

$C_{t2}$  = Cadangan karbon tahun  $t_2$

$C_{t1}$  = Cadangan karbon tahun  $t_1$

$\Delta C_G$  = Penambahan karbon tahunan

$\Delta C_L$  = Pengurangan karbon tahunan

Jika perubahan karbon diestimasi berdasarkan per hektar, maka nilai akan dikalikan dengan total area tiap stratum. Peningkatan karbon (sequestrasi) akan diberi tanda + dan bila bernilai (-) menandakan pengurangan karbon (emisi). Luas hektar diperoleh dengan fitur *calculate geometry*.

#### 2.3.3 Analisis Jumlah Hotspot terhadap Ketebalan Gambut

Analisis ini dilakukan dengan menumpang susunkan data ketebalan gambut dan jumlah *hotspot*. Hasil *overlay* ditampilkan dalam bentuk grafik batang dengan ketebalan gambut sebagai sumbu x dan jumlah *hotspot* sebagai sumbu y, *aggregation* menggunakan *count*.

#### 2.3.4 Analisis Perubahan Cadangan Karbon terhadap Ketebalan Gambut

Fitur *overlay* dilakukan terhadap kedua data tersebut dan disajikan dalam bentuk grafik

batang dan *aggregation sum*. Ketebalan gambut sendiri dikelompokkan menjadi “Dangkal” (50 – <100 cm), “Sedang” (100 – <200 cm), “Dalam” (200 – <300 cm), selanjutnya “Sangat Dalam” (300 – <500 cm), “Sangat Dalam Sekali” (500 – <700 cm) dan “Non Gambut”.

#### 2.3.5 Analisis Status Kawasan Hutan terhadap Jumlah Hotspot

Perlakuan dilakukan sama seperti analisis jumlah *hotspot* terhadap ketebalan gambut, menggunakan fitur *overlay* dan disajikan dengan grafik batang *aggregation count*. Penentuan sumbu x adalah status Kawasan hutan dan jumlah *hotspot* pada sumbu y.

#### 2.3.6 Analisis Status Kawasan Hutan terhadap Perubahan Cadangan Karbon

Perlakuan dilakukan sama seperti analisis sebelumnya, dimana data status kawasan hutan akan ditumpang susunkan dengan data perubahan cadangan karbon. Bentuk grafik batang disajikan setelah kedua data dilakukan perlakuan *overlay*.

#### 2.3.7 Analisis Ketebalan Gambut terhadap Rata-Rata Kepadatan Hotspot

Fitur *summarize within* digunakan untuk mendapat *count points* dari *hotspot* terhadap luas masing-masing kelas ketebalan gambut. Perhitungan kepadatan *hotspot* mengacu pada (Albar, 2018) yaitu dengan membagi *count points* dari *hotspot* dengan luas masing-masing kelas (*hotspot/km<sup>2</sup>*). Kelas kepadatan *hotspot* ini disajikan bersama ketebalan gambut dalam sebuah grafik batang dengan *aggregation mean*.

#### 2.3.8 Analisis Status Kawasan Hutan terhadap Rata-Rata Kepadatan Hotspot

Perlakuan *summarize within* juga dilakukan namun terhadap data status Kawasan hutan. Data kepadatan *hotspot* digabung dengan data status Kawasan hutan menjadi grafik batang, *aggregation mean*.

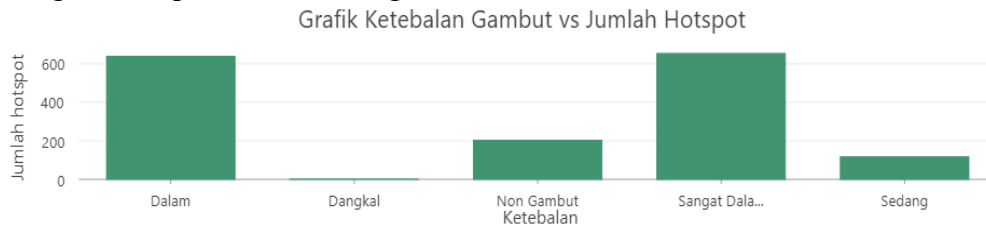
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Jumlah Hot spot Terhadap Ketebalan Gambut

Hotspot yang dihitung setelah dilakukan pemilahan dengan tingkat kepercayaan  $\geq 80\%$  berjumlah 1614 titik dan perbandingannya

terhadap ketebalan gambut terlihat pada gambar 1. Grafik tersebut menunjukkan ketinggian signifikan pada ketebalan gambut

“sangat dalam” yang memiliki nilai 654 titik dari 1614 dan diikuti ketebalan “dalam” dengan nilai 639 titik.



**Gambar 1.** Grafik Ketebalan Gambut vs Jumlah Hotspot

### 3.2. Perubahan Cadangan Karbon terhadap Ketebalan Gambut

**Gambar 2** memaparkan grafik hubungan perubahan cadangan karbon terhadap ketebalan gambut. Grafik perubahan cadangan karbon mengarah ke bawah dan bernilai minus menandakan terjadi emisi yang signifikan pada

area yang memiliki ketebalan gambut “dalam” dengan nilai  $\pm(-15.446.196)$  ton C. Nilai selanjutnya ada pada kelas ketebalan gambut “sangat dalam” yaitu  $\pm(-1.900.000)$  ton C. Grafik ini memperlihatkan perbedaan nilai yang sangat signifikan emisi cadangan karbon yang terjadi.

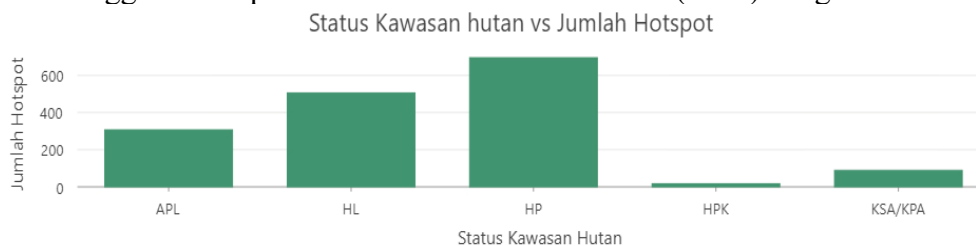


**Gambar 2.** Grafik Ketebalan Gambut vs Total Perubahan Cadangan Karbon

### 3.3. Jumlah Hotspot terhadap Status Kawasan Hutan

**Gambar 3** menampilkan grafik hubungan jumlah hotspot terhadap status Kawasan hutan, dengan nilai tertinggi berada pada kelas Hutan

Produksi (HP) yaitu 695 titik, kelas Hutan Lindung (HL) dengan nilai 506 titik dan Area Penggunaan Lain (APL) bernilai 307 titik. Nilai terendah berada pada kelas Hutan Produksi Konversi (HPK) dengan nilai 17 titik.

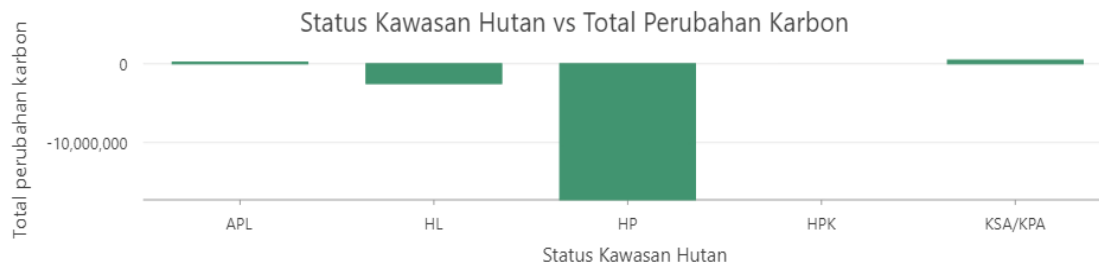


**Gambar 3.** Grafik Status Kawasan Hutan vs Jumlah Hotspot

### 3.4. Perubahan Cadangan Karbon terhadap Status Kawasan Hutan

**Gambar 4** menampilkan grafik hubungan perubahan cadangan karbon terhadap status Kawasan hutan. Nilai tertinggi didominasi oleh kelas status Kawasan hutan HP

dengan nilai  $\pm(-17.276.374)$  ton C. Keseluruhan emisi cadangan karbon yang terhitung senilai  $\pm(-19.138.395)$  ton C sehingga nilai yang terhitung pada status Kawasan hutan HP mencapai 90% dari total emisi keseluruhan.

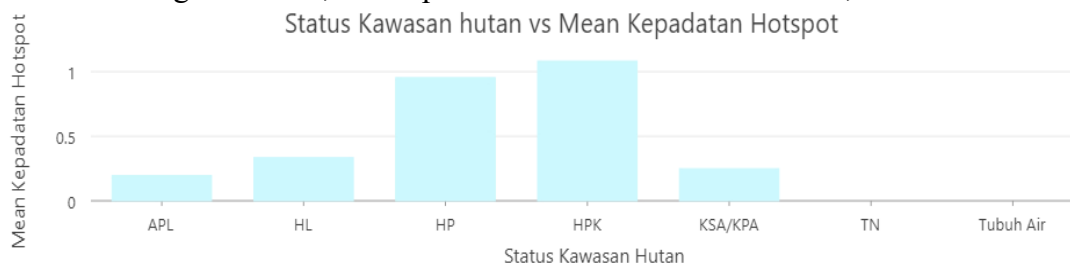


**Gambar 4.** Grafik Status Kawasan Hutan vs Total Perubahan Cadangan Karbon

### 3.5. Rata-Rata Kepadatan Hotspot terhadap Status Kawasan Hutan

**Gambar 5** menunjukkan hubungan rata-rata kepadatan hotspot terhadap status Kawasan hutan. Bentuk grafik batang tertinggi berada pada kelas HPK dengan nilai  $\pm 1,08$  hotspot/km<sup>2</sup>

yang memberikan gambaran tiap area dengan luas 1 km<sup>2</sup> terdapat 1 titik hotspot. Grafik tertinggi kedua yang terlihat adalah pada status Kawasan hutan HP dengan nilai  $\pm 0,95$  hotspot/km<sup>2</sup>. Grafik selanjutnya disusul pada status Kawasan HL, KSA/KPA kemudian APL.

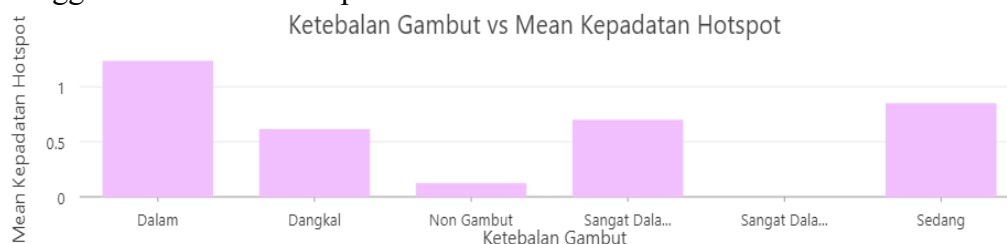


**Gambar 5.** Grafik Status Kawasan Hutan vs Rata-Rata Kepadatan Hotspot

### 3.6. Rata-Rata Kepadatan Hotspot terhadap Ketebalan Gambut

**Gambar 6** menunjukkan hubungan rata-rata kepadatan hotspot terhadap ketebalan gambut dimana nilai tertinggi berada di ketebalan “dalam” yaitu  $\pm 1,23$  hotspot/km<sup>2</sup>. Nilai tertinggi kedua berada pada kelas

ketebalan “sedang” yaitu  $\pm 0,84$  hotspot/km<sup>2</sup>, kemudian  $\pm 0,7$  hotspot/km<sup>2</sup> berada pada ketebalan “sangat dalam”. Kelas ketebalan gambut “dangkal” memiliki nilai  $\pm 0,61$  hotspot/km<sup>2</sup> dan kelas “non gambut” senilai  $\pm 0,12$  hotspot/km<sup>2</sup>.



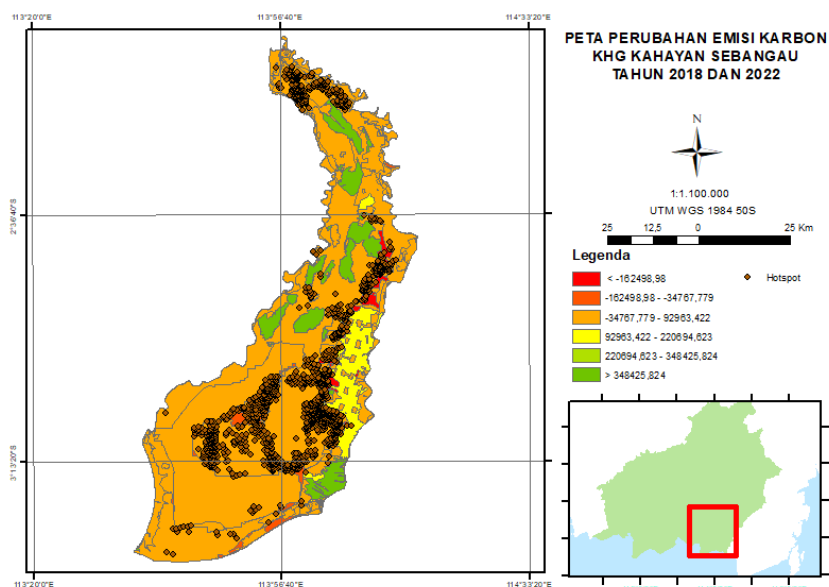
**Gambar 6.** Grafik Ketebalan Gambut vs Rata-Rata Kepadatan Hotspot

**Tabel 1.** Perubahan Tutupan Lahan 2018 dan 2022

Perubahan tutupan lahan	Perubahan cadangan karbon (ton C)			
	Emisi	Sequestrasi	Tak berubah	Grand Total
Belukar Rawa->Belukar Rawa			0	0
Belukar Rawa->Hutan Rawa Sekunder		780485,799		780485,799
Belukar Rawa->Perkebunan		248608,701		248608,701
Belukar Rawa->Pertanian Lahan Kering	-23718114,88			-23718114,88
Belukar Rawa->Pertanian Lahan Kering Campur			0	0
Belukar Rawa->Rawa	-2986657,8			-2986657,8
Belukar->Pertanian Lahan Kering Campur			0	0
Belukar->Semak/Belukar			0	0
Pemukiman->Pemukiman			0	0
Perkebunan->Belukar Rawa	-4692376,161			-4692376,161
Perkebunan->Perkebunan			0	0
Pertanian lahan Kering Campur->Pertanian Lahan Kering Campur			0	0
Pertanian Lahan Kering->Belukar Rawa		740578,96		740578,96
Pertanian Lahan Kering->Perkebunan		110775,618		110775,618
Pertanian Lahan Kering->Pertanian Lahan Kering			0	0
Pertanian Lahan Kering->Pertanian Lahan Kering Campur		9672,72		9672,72
Rawa->Belukar Rawa		34059,18		34059,18
Rawa->Rawa			0	0
Sawah->Pertanian Lahan Kering		7363176,4		7363176,4
Tanah Terbuka->Belukar Rawa		2971395,931		2971395,931
<b>Grand Total</b>	<b>-31397148,84</b>	<b>12258753,31</b>	<b>0</b>	<b>-19138395,53</b>

**Tabel 2.** Perubahan Cadangan Karbon

Keterangan	Jumlah hotspot	Perubahan cadangan karbon
Berubah	277	-19138395,53
Tak berubah	1337	0



**Gambar 7.** Peta Sebaran Hotspot dan Perubahan Emisi Karbon KHG Kahayan-Sebangau Tahun 2018 dan 2022

Keseluruhan hasil ini memberikan Kesimpulan area yang memiliki tekanan akan lingkungan dan sangat perlu mendapat perhatian adalah area status Kawasan Hutan Produksi (HP) dan dapat dikatakan area kritis. Hal ini ditunjukkan dengan sebaran hotspot yang sangat tinggi di ketebalan gambut “sangat dalam”. Kepercayaan hotspot yang tinggi senilai  $\geq 80\%$  menyatakan sangat mungkin terjadi adanya kebakaran. Hal tersebut juga dinyatakan dengan pengeluaran emisi karbon yang sangat besar pada ketebalan gambut “dalam”. Kombinasi ini menjelaskan ketika terjadi kebakaran di permukaan yang disebabkan oleh beberapa aktivitas seperti pembukaan lahan, dampaknya juga mengarah pada lapisan gambut yang melepaskan karbon dan sangat berkontribusi dalam peningkatan efek gas rumah kaca.

Kemunculan grafik sangat tinggi pada jumlah emisi karbon yang dihitung dan kerapatan hotspot memberikan pernyataan yang juga tak bisa diabaikan dari ketebalan gambut “dalam”. (Rezainy et al., 2020) menjelaskan hal yang serupa dimana kebakaran banyak terjadi pada area gambut dalam dan memiliki hubungan yang kuat terhadap aktivitas manusia seperti kedekatannya terhadap jarak kanal dan ruas jalan. Titik paling rawan terjadi pada status Kawasan Hutan Produksi yang dapat dikonversi (HPK). Status ini memberikan kemungkinan besar bahwa area tersebut dapat dialihfungsikan menjadi penggunaan non hutan secara hukum. Tabel 1 menunjukkan nilai peningkatan emisi karbon yang tinggi pada perubahan tutupan lahan untuk aktivitas manusia seperti Perkebunan dan pertanian lahan kering. (Gaveau et al., 2017) mengungkapkan bahwa kebakaran dapat terjadi pada pembukaan lahan yang dilakukan di luar konsesi, sementara program drainase yang terjadi di dalam konsesi mengeringkan gambut dan berdampak pada kerawanan terhadap kebakaran. Hasil ini juga didukung oleh (Hafni, 2017) yang menyebutkan bahwa emisi tertinggi terjadi pada tutupan lahan belukar atau belukar rawa karena relatif sering mendapat gangguan dari masyarakat sekitar berupa pembersihan

lahan dalam persiapan lahan tanam maupun sebagai area aksesibilitas.

#### 4. Kesimpulan

Sebaran hotspot yang dihitung pada KHG Kahayan Sebangau tahun 2019 – 2022 adalah 1614 titik, dengan 654 titik tersebar di ketebalan gambut sangat dalam dan bila dilihat berdasarkan status Kawasan hutan tersebar 695 titik pada Hutan Produksi. Jumlah cadangan karbon paling banyak mengalami emisi berada pada status Kawasan Hutan Produksi dengan ketebalan gambut dalam dan terjadi pada tutupan lahan yang memiliki histori untuk aktivitas manusia seperti belukar rawa menjadi Perkebunan dan pertanian lahan kering. Kepadatan hotspot tertinggi terjadi pada status Kawasan hutan Hutan Produksi yang Dikonversi dan ketebalan gambut dalam.

#### Daftar Pustaka

- Chadirin, Y., Saptomo, S. K., Rudiyanto, ., & Osawa, K. 2016. Environmental Biophysics and CO<sub>2</sub> Emission in Bare Peatland for Sustainable Biomass Production. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 146–151. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.146>
- Febrianti, N. 2018. Pemodelan Tinggi Muka Air Gambut Berdasarkan Sifat Fisik Lahan Gambut: Modeling of Peat Water Table Depth Related to Physical Characteristics of Peatlands. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 20(2), 70–76. <https://doi.org/10.29244/jitl.20.2.70-76>
- Gaveau, D. L. A., Pirard, R., Salim, M. A., Tonoto, P., Yaen, H., Parks, S. A., & Carmenta, R. 2017. Overlapping Land Claims Limit the Use of Satellites to Monitor *No-Deforestation* Commitments and *No-Burning* Compliance. *Conservation Letters*, 10(2), 257–264. <https://doi.org/10.1111/conl.12256>
- Hafni, D. A. F. 2017. Estimasi Luas Kebakaran dan Emisi Karbon Akibat Kebakaran Hutan Dan Lahan Gambut di Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Institut Pertanian Bogor.

- Heinemeyer, A., Asena, Q., Burn, W. L., & Jones, A. L. 2018. Peatland carbon stocks and burn history: Blanket bog peat core evidence highlights charcoal impacts on peat physical properties and long-term carbon storage. *Geo: Geography and Environment*, 5(2), e00063. <https://doi.org/10.1002/geo2.63>
- IPCC. 2006. *Agriculture, Forestry and Other land Use*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Mishra, S., Page, S. E., Cobb, A. R., Lee, J. S. H., Jovani-Sancho, A. J., Sjögersten, S., Jaya, A., Aswandi, & Wardle, D. A. 2021. Degradation of Southeast Asian tropical peatlands and integrated strategies for their better management and restoration. *Journal of Applied Ecology*, 58(7), 1370–1387. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13905>
- Pemerintah Indonesia. 2018. Prosedur Tetap Pengecekan Lapangan Informasi Titik Panas dan/atau Informasi Kebakaran Hutan dan Lahan. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Ramadhi, A., Prakoso, A., Perdana, W. A., Amukti, R., Maulana, J., Aprillianno, Y., & Abas, I. 2023. *Unveiling Forest and Land Fires Vulnerability in the Peat Hydrological Unity Area (PHU) in 2023*.
- Rezainy, A., Syaufina, L., & Sitanggang, I. S. 2020. Pemetaan Daerah Rawan Kebakaran di Lahan Gambut Berdasarkan Pola Sekuens Titik Panas di Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(1), 66–76. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.66-76>
- Setyawati, T., Julianti, N., Pratiwi, Mulyanto, B., & Subiakto, A. 2021. Indicator for peat natural recovery in Sebangau National Park in Central Kalimantan, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 914(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/914/1/012034>
- Turnip, S. U., Sipayung, F. H., Setiadi, I. C., Yulianti, N., Adji, F., Damanik, Z., & Salampak. 2018. Karakteristik Fisik Gambut Transisi Di Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG) Kahayan-Sebangau, Kalimantan Tengah. 3.
- Wahyunto, Ritung, S., Suparto, & Subagjo, H. 2004. *Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan* (1st ed.). Wetlands International.
- Wijedasa, L. S., Sloan, S., Page, S. E., Clements, G. R., Lupascu, M., & Evans, T. A. 2018. Carbon emissions from South-East Asian peatlands will increase despite emission-reduction schemes. *Global Change Biology*, 24(10), 4598–4613. <https://doi.org/10.1111/gcb.14340>
- Wösten, J. H. M., Van Den Berg, J., Van Eijk, P., Gevers, G. J. M., Giesen, W. B. J. T., Hooijer, A., Idris, A., Leenman, P. H., Rais, D. S., Siderius, C., Silviu, M. J., Suryadiputra, N., & Wibisono, I. T. 2006. Interrelationships between Hydrology and Ecology in Fire Degraded Tropical Peat Swamp Forests. *International Journal of Water Resources Development*, 22(1), 157–174. <https://doi.org/10.1080/07900620500405973>