

DINAMIKA KELENGASAN TANAH PADA LAHAN GAMBUT TERDEGRADASI BERDASARKAN FREKUENSI KEBAKARAN DAN TUTUPAN LAHAN

HILDA AYU PRATIKASIWI



**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



- 

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Dinamika Kelengasan Tanah pada Lahan Gambut Terdegradasi berdasarkan Frekuensi Kebakaran dan Tutupan Lahan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, November 2024

Hilda Ayu Pratikasiwi
NIM G2501202009

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- 

RINGKASAN

HILDA AYU PRATIKASIWI. Dinamika Kelengasan Tanah pada Lahan Gambut Terdegradasi berdasarkan Frekuensi Kebakaran dan Tutupan Lahan. Dibimbing oleh MUH. TAUFIK, I PUTU SANTIKAYASA, dan DEDE DIRGAHAYU DOMIRI.

Lahan gambut di Kalimantan Tengah, salah satu wilayah gambut terbesar di Indonesia, mengalami degradasi akibat kebakaran berulang, perubahan lahan, drainase, dan eksploitasi. Degradasi ini menyebabkan lahan gambut menjadi lebih cepat kering dan mudah terbakar sehingga meningkatkan jumlah kejadian kebakaran. Peningkatan kejadian kebakaran umumnya terjadi di bawah kondisi kelengasan tanah yang rendah. Kelengasan tanah sendiri merepresentasikan keadaan basah dari bahan bakar, menunjukkan kadar air vegetasi dan mudah tidaknya vegetasi untuk terbakar. Memahami hubungan antara kejadian kebakaran dan kelengasan tanah sangat penting untuk mengembangkan strategi yang efektif dalam deteksi dini kondisi kekeringan dan mitigasi kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk memahami tren dinamika kelengasan tanah pada daerah yang mengalami jumlah kejadian kebakaran yang secara historis berbeda pada berbagai tutupan lahan.

Penelitian ini dilakukan pada area KHG Kahayan Sebangau, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Analisis dilakukan dengan melihat hubungan antara frekuensi kebakaran dan dinamika kelengasan tanah selama 21 tahun (2002–2022) berdasarkan data citra *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). Tren musiman dan tahunan kelengasan tanah diturunkan berdasarkan masing-masing kelas frekuensi kebakaran dan tipe tutupan lahan. Studi ini menggabungkan indeks spektral dan teknik *adaptive thresholding* untuk mengidentifikasi area terbakar dan frekuensi kebakaran. Selain itu, data Landsat 8 digunakan dalam analisis *random forest* untuk mengklasifikasikan jenis tutupan lahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model deteksi area terbakar memiliki akurasi keseluruhan yang tinggi (90%), yang efektif dalam mengidentifikasi area terbakar di wilayah gambut. Hasil analisis memperlihatkan bahwa 86% dari wilayah KHG Kahayan Sebangau mengalami kebakaran berulang, dengan 35% mengalami kebakaran 1 – 2 kali, 35% mengalami kebakaran 3–5 kali, dan 16% mengalami >5 kali kebakaran. Terdapat hubungan terbalik yang kuat antara tingkat kelengasan tanah dan frekuensi kebakaran, yang mana wilayah dengan frekuensi kebakaran tinggi memiliki nilai kelengasan tanah terendah, terutama pada bulan September yang bertepatan dengan puncak kejadian kebakaran. Sebaliknya, wilayah frekuensi kebakaran sedang dan rendah mencapai tingkat kelengasan tanah terendah pada bulan Oktober, dua bulan setelah curah hujan terendah yaitu bulan Agustus, menunjukkan peningkatan kekeringan selama musim kemarau. Area dengan kejadian kebakaran tinggi didominasi oleh tutupan lahan semak/ilalang dan lahan pertanian. Lahan pertanian, diikuti oleh perkebunan, memiliki tingkat kelengasan tanah terendah di semua kelas frekuensi kebakaran.

Hasil penelitian menunjukkan kebakaran di lahan gambut berkaitan erat dengan tingkat kelengasan tanah. Temuan ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan sistem deteksi dini dalam pemantauan kebakaran lahan gambut, khususnya pada area dengan frekuensi kebakaran tinggi. Sistem pemantauan



dinamika kelengasan tanah secara real-time, yang memanfaatkan teknologi penginderaan jauh seperti MODIS dan Landsat, bermanfaat untuk analisis awal kekeringan serta upaya mitigasi terhadap gejala kekeringan yang dapat memicu kebakaran pada lahan gambut.

@*Mak cipta milik IPB University*
Kata kunci: ambang batas adaptif, area terbakar, indeks spektral, modis, *random forest*

SUMMARY

HILDA AYU PRATIKASIWI. Soil Moisture Dynamic in Degraded Peatlands based on Fire Frequency and Land Cover. Supervised by MUH. TAUFIK, I PUTU SANTIKAYASA, and DEDE DIRGAHAYU DOMIRI.

Peatlands in Central Kalimantan, one of the largest peat areas in Indonesia, have experienced significant degradation due to recurring fires, land conversion, drainage, and exploitation. The degradation has accelerated peatland drying, making them more susceptible to fires and increased fire frequency. The peat fire generally occurs under low soil moisture conditions. Moisture represents the wetness of fuels, indicating vegetation moisture content and how easily vegetation can ignite. Understanding the relationship between fire occurrences and soil moisture is crucial for developing early detection of drought conditions and fire mitigation management. This study explores soil moisture dynamics in areas that have historically experienced different fire frequencies across various types of peatland cover.

This research was carried out in the KHG Kahayan Sebangau, Pulang Pisau Regency, Central Kalimantan. The analysis focused on the relationship between fire frequency and soil moisture dynamics over 21 years (2002–2022) based on satellite data from *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). Seasonal and annual trends of soil moisture were derived based on their respective fire frequency class and land cover types. The study combined spectral indices and adaptive thresholding techniques to identify burned areas and fire frequency. Also, Landsat 8 data were used in the random forest analysis to classify land cover types.

The results showed that the burned area detection model performed well with a high overall accuracy (90%), demonstrating its effectiveness in identifying burned areas in peatland regions. The findings showed that 86% of the KHG Kahayan Sebangau area experienced recurrent fires, with 35% experiencing 1–2 fires, 35% experiencing 3–5 fires, and 16% experiencing more than five fires during the study period. There is a strong inverse relationship between soil moisture levels and fire frequency, with areas of high fire frequency having the lowest soil moisture values, particularly in September, which coincides with the peak of fire incidents. In contrast, areas with moderate and low fire frequencies reached their lowest soil moisture levels in October, about two months after the lowest rainfall in August, indicating increased dryness during the dry season. Shrubs/grasslands and agricultural land mainly covered areas with high fire frequency. Among these, agricultural land, followed by plantations, consistently showed the lowest soil moisture levels across all fire frequency categories.

The findings reveal a strong correlation between peat fires and soil moisture levels, promising as a foundation for development of peat fire early warning systems, especially in areas with high fire frequency. Real-time monitoring of soil moisture dynamics using remote sensing technologies such as MODIS and Landsat is beneficial for early drought detection and mitigating drought-related conditions that can trigger peatland fires.

Keywords: adaptive thresholding, burned area, MODIS, random forest, spectral indices



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DINAMIKA KELENGASAN TANAH PADA LAHAN GAMBUT TERDEGRADASI BERDASARKAN FREKUENSI KEBAKARAN DAN TUTUPAN LAHAN

HILDA AYU PRATIKASIWI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Klimatologi Terapan

**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Dinamika Kelengasan Tanah pada Lahan Gambut Terdegradasi
berdasarkan Frekuensi Kebakaran dan Tutupan Lahan

Nama : Hilda Ayu Pratikasiwi
NIM : G2501202009

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Muh. Taufik, S.Si, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. I Putu Santikayasa, S.Si, M.Sc.

Pembimbing 3:
Dr. Dede Dirgahayu Domiri, S.Si, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. I Putu Santikayasa, S.Si, M.Sc.
NIP. 19790224 200501 1 002

Dekan Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam :
Dr. Berry Juliandi, S.Si, M.Si
NIP. 197807232007011001



Tanggal Ujian: 17 Oktober 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Dinamika Kelengasan Tanah pada Lahan Gambut Terdegradasi Berdasarkan Frekuensi Kebakaran dan Tutupan Lahan”. Karya tulis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister sains pada program studi Klimatologi Terapan (KLI), Sekolah Pascasarjana IPB.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Muh. Taufik M.Si, Bapak Dr. I Putu Santikayasa, M.Sc dan Bapak Dr. Dede Dirgahayu Domiri, S.Si, M.Si selaku pembimbing, yang dengan penuh kesabaran mengarahkan dan memberikan masukan yang konstruktif. Penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Klimatologi Terapan serta teman-teman BRIN yang banyak memberikan masukan dan bantuan selama pembuatan karya ilmiah ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak, ibu, adik, serta keluarga yang selalu mendoakan, memberi nasihat, kasih sayang, semangat, dan dukungan sehingga penelitian ini bisa diselesaikan.

Peneliti mengetahui bahwa karya ini belumlah sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, November 2024
Hilda Ayu Pratikasiwi

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Degradasi Lahan Gambut	4
2.2 Kebakaran Lahan Gambut	5
2.3 Kelengasan Lahan (<i>Soil Moisture</i>) pada Lahan Gambut	6
2.4 Indeks Spektrel dalam Pemantauan Kebakaran	6
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Pengolahan dan Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Tutupan Lahan (LULC) di KHG Kahayan Sebangau	19
4.2 Curah Hujan, Musim Kemarau dan Titik Api (<i>Hotspot</i>)	21
4.3 Area Terbakar (<i>Burned Areas</i>) dan Frekuensi Kebakaran	23
4.4 Pemilihan Spektrel Indikator untuk Kelengasan Tanah	28
4.5 Kelengasan Tanah Tahunan pada berbagai Kelas Frekuensi Kebakaran	29
4.6 Kelengasan Tanah Musiman pada berbagai Kelas Frekuensi Kebakaran	32
4.7 Kelengasan Tanah pada Kelas Frekuensi dan LULC yang Berbeda	34
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
RIWAYAT HIDUP	47

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Data yang digunakan dalam penelitian	10
2	Beberapa indeks spektral untuk menghitung kelengasan tanah	17
3	<i>Confusion Matrix</i> model klasifikasi tutupan lahan menggunakan <i>Random Forest</i>	20
4	Akurasi model deteksi area terbakar	25

DAFTAR GAMBAR

1	Tanda spektral (<i>spectral signature</i>) pada tanah, vegetasi hijau, dan air (dimodifikasi dari Lillesand <i>et al.</i> (2015))	7
2	Peta lokasi studi KHG Kahayan – Sebangau	9
3	Diagram Alir Penelitian	11
4	Titik sampel pengambilan data lapang kelengasan tanah	17
5	Kontribusi variabel penting pada bands yang berbeda dalam perhitungan dengan Indeks Gini	19
6	Tutupan lahan di KHG Kahayan Sebangau berdasarkan <i>Random Forest</i>	20
7	(A) Curah hujan dan indeks Nino bulanan. (B) Total <i>hotspot</i> tahunan	21
8	Distribusi spasial <i>hotspot</i> dari 2002-2022. (A) Frekuensi <i>hotspot</i> total. (B) Frekuensi <i>hotspot</i> tahunan.	22
9	Hubungan antara rata-rata <i>hotspot</i> bulanan dan curah hujan bulanan (mm/bulan) dari 2002-2022	23
10	Ambang batas (<i>threshold</i>) <i>Delta Normalized Burn Ratio</i> (dNBR) (mean +1 stdev) tahun 2002-2022	24
11	(A) Area dengan <i>omission error</i> pada tahun 2015; (B) Area dengan <i>commision error</i> pada tahun 2015; (C) Area dengan <i>omission error</i> pada tahun 2019; (D) Area dengan <i>commision error</i> pada tahun 2019	26
12	Distribusi spasial frekuensi kebakaran tahunan dari 2002-2022	27
13	(A) Distribusi spasial total frekuensi kebakaran selama 21 tahun. (B) kelas frekuensi kebakaran berdasarkan persentil dari total kejadian kebakaran selama 21 tahun	28
14	Hubungan sembilan indeks spektral dengan data kelengasan tanah di lapang	29
15	(A) Rata-rata kelengasan tanah tahunan pada berbagai kelas frekuensi kebakaran dari 2002 hingga 2022. (B) Rata-rata total area terbakar tahunan pada berbagai kelas frekuensi kebakaran di KHG Kahayan Sebangau	31
16	<i>Boxplot</i> kelengasan tanah tahunan	32
17	(A) Rata-rata kelengasan tanah bulanan pada berbagai kelas frekuensi kebakaran dari 2002 hingga 2022 serta hubungannya dengan curah hujan. (B) Rata-rata total area terbakar bulanan pada berbagai kelas frekuensi kebakaran di KHG Kahayan Sebangau	33
18	Persentase luas area terbakar dibandingkan dengan luas area masing-masing tutupan lahan pada berbagai kelas frekuensi kebakaran	35



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

19	Distribusi kelengasan tanah tahunan pada berbagai kelas frekuensi dan tutupan lahan yang berbeda	36
20	Kelengasan tanah pada berbagai tutupan lahan di area dengan (A) kelas frekuensi kebakaran rendah, (B) kelas frekuensi kebakaran sedang, dan (C) kelas frekuensi kebakaran tinggi	37