



## **PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP EMISI KARBON DIOKSIDA DI KALIMANTAN UTARA DALAM MENDUKUNG IFNET 2030**

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 mengujikan kepentingan yang wajar IPB University.

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



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



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.



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kalimantan Utara dalam Mendukung IFNET 2030” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2025

Luluk Afifah  
G2401211026

- 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 mengurangi 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 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.



**LULUK AFIFAH.** Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kalimantan Utara dalam Mendukung IFNET 2030. Dibimbing oleh BAMBANG DWI DASANTO.

## **ABSTRAK**

Perubahan penggunaan lahan berkontribusi terhadap ketidakseimbangan siklus karbon dan menyumbang sekitar 33% emisi karbon dioksida global. Perubahan penggunaan lahan merupakan faktor penting dalam dinamika karbon di Provinsi Kalimantan Utara. Penelitian ini bertujuan memproyeksikan perubahan penggunaan lahan di Kalimantan Utara hingga tahun 2030 serta menganalisis dampaknya terhadap cadangan dan emisi karbon. Analisis dilakukan dengan metode regresi logistik berdasarkan data penggunaan lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, serta mempertimbangkan variabel pendorong berupa faktor biofisik, aksesibilitas, dan sosial ekonomi. Perubahan cadangan karbon dihitung menggunakan model *InVEST Carbon Storage*, sedangkan estimasi emisi karbon menggunakan metode *stock difference*. Hasil analisis historis menunjukkan adanya deforestasi signifikan pada hutan lahan kering primer akibat ekspansi perkebunan dan tambak. Proyeksi menunjukkan tren ini terus berlanjut hingga tahun 2030, dengan faktor pendorong utama meliputi kepadatan penduduk, jarak ke jalan, sungai, permukiman, lahan pertanian, dan kemiringan lahan. Pada periode historis (2000 – 2018), emisi karbon tertinggi mencapai 18,86 MtCO<sub>2</sub>-eq/tahun dari biomassa di atas permukaan tanah dan 5 MtCO<sub>2</sub>-eq/tahun dari biomassa di bawah permukaan tanah. Namun, pada periode proyeksi, sektor penggunaan lahan di Kalimantan Utara telah mencapai kondisi emisi netral karena upaya pemulihian ekosistem mangrove. Restorasi mangrove, rehabilitasi lahan terdegradasi, dan penerapan agroforestri harus diprioritaskan sebagai strategi untuk mencapai target IFNET 2030.

Kata kunci: emisi karbon dioksida, perubahan penggunaan lahan, regresi logistik

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 mengurangi kepentingan yang wajar 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.



## ABSTRACT

LULUK AFIFAH. Modeling Land Use Change and Its Impact on Carbon Dioxide Emissions in North Kalimantan in Support of IFNET 2030 Target. Supervised by BAMBANG DWI DASANTO.

Land use change can cause carbon cycle imbalances and contribute about 33% of global carbon dioxide emissions. It is a significant factor of carbon dynamics in North Kalimantan. This study aims to project land use change in North Kalimantan Province until 2030 and analyze its impact on carbon stocks and emission dynamics. The analysis was conducted using a logistic regression model based on land use data from the Ministry of Environment and Forestry, incorporating biophysical, accessibility, and socio-economic factors as driving variables. Carbon stock were estimated using the *InVEST Carbon Storage* model, while emissions were calculated using the stock difference approach. Historical analysis shows significant deforestation of primary dryland forests due to the expansion of plantations and ponds. This trend is projected to continue until 2030, with the main driving factors including population density, distance to roads, rivers, settlements, agricultural lands, and land slope. During the historical period (2000 – 2018), the highest carbon emissions reached 18,86 MtCO<sub>2</sub>-eq/year from aboveground biomass and 5 MtCO<sub>2</sub>-eq/year from belowground biomass. However, in the projection period, the land use sector in North Kalimantan is projected to reach a neutral emission condition due to mangrove ecosystem restoration efforts. Mangrove restoration, deforested land rehabilitation, and agroforestry implementation should be prioritized as important strategies to achieve the IFNET 2030 target.

**Keywords:** carbon dioxide emissions, land use change, logistic regression

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 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 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 2025<sup>1</sup>  
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 apa pun tanpa izin IPB.*



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.



## **PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP EMISI KARBON DIOKSIDA DI KALIMANTAN UTARA DALAM MENDUKUNG IFNET 2030**

**LULUK AFIFAH**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada  
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

Tim Pengaji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Akhmad Faqih, S.Si.
- 2 Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc.



Nama  
NIM

Judul Skripsi : Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kalimantan Utara dalam Mendukung IFNET 2030

: Luluk Afifah  
: G2401211026

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:

Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T  
NIP. 19710707 199803 2 002

**IPB University**

Tanggal Ujian:  
24 Juli 2025

Tanggal Lulus:



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

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Juni 2025, dengan judul “Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kalimantan Utara dalam Mendukung IFNET 2030”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa capaian ini tidak terlepas dari dukungan, doa, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Penyayang, yang telah memampukan penulis dalam mengurai setiap kerumitan dan menghadirkan jalan keluar, sehingga tanggung jawab ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.
2. Orang tua dan Kakak tercinta, atas segala kasih yang utuh dan doa yang tak pernah surut dalam mengiringi di setiap langkah penulis.
3. Bapak Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis sejak tahap awal hingga skripsi ini terselesaikan.
4. Forest Watch Indonesia, yang telah berkenan memberikan akses data yang sangat mendukung proses penelitian ini, serta semua pihak yang tanpa pamrih turut memberikan ruang diskusi, saran hingga masukan yang sangat berarti bagi penulis.
5. Teman-teman GFM 58, yang telah menjadi rekan seperjuangan dan sumber semangat dalam menjalani fase perkuliahan, terkhusus Adzkiya, Zumi, Jihan, Salsa, dan Aulia, semoga ada semakin banyak hal untuk dirayakan sebelum dan setelah perpisahan ini berlangsung.
6. Rekan-rekan Divisi Sosial dan Lingkungan Himagreto, yang telah menjadi teman bertumbuh, berbagi pengalaman, dan saling mendukung selama masa studi di kampus.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Bogor, Juli 2025

*Luluk Afifah*



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

xiv

## DAFTAR GAMBAR

xiv

## DAFTAR LAMPIRAN

xiv

	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	1
1.3	Tujuan	2
1.4	Manfaat	2
	TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1	Perubahan Penggunaan Lahan dan Tutupan Lahan	3
2.2	Regresi Logistik	4
2.3	Dinamika Karbon Dioksida	4
2.4	<i>Indonesia's Forestry and Other Land Use Net Sink 2030</i>	5
III	METODE	7
3.1	Waktu dan Tempat	7
3.2	Alat dan Bahan	7
3.3	Prosedur Kerja	8
3.4	Analisis Data	11
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Dinamika Penggunaan Lahan Kalimantan Utara	25
4.2	Analisis Model Perubahan Penggunaan Lahan	28
4.3	Proyeksi Penggunaan Lahan Kalimantan Utara	30
4.4	Perhitungan Stok dan Emisi Karbon Dioksida	31
4.5	Implikasi Kebijakan	34
V	SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Simpulan	37
5.2	Saran	37
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	45
	RIWAYAT HIDUP	55



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.



1	Data dan sumber data yang digunakan pada penelitian	7
2	Nilai VIF yang dihasilkan dari variabel prediktor dalam model	16
3	Stok biomassa di berbagai tutupan lahan di Indonesia	21
4	Luas penggunaan lahan Provinsi Kalimantan Utara tahun 2000 dan 2015	26
5	Hasil validasi multi-temporal	29
6	Perhitungan emisi karbon atas permukaan tanah dan bawah permukaan berdasarkan data faktor emisi FRL edisi ke-2 2022	34

## DAFTAR GAMBAR

1	Peta administrasi Provinsi Kalimantan Utara	7
2	Diagram alir pemodelan proyeksi penggunaan lahan menggunakan regresi logistik	9
3	Diagram alir perhitungan emisi karbon dioksida	10
4	Variabel pendorong. Kemiringan lahan, jarak ke sungai, jarak ke jalan, jarak ke permukiman, jarak ke hutan primer, jarak ke lahan pertanian, dan kepadatan penduduk	14
5	Matriks korelasi antarprediktor	15
6	Penggunaan lahan Provinsi Kalimantan Utara tahun 2000 (a) dan 2015 (b)	27
7	Perubahan luas lahan tahun 2000 dan 2015 (a), Diagram tahapan perubahan lahan Kalimantan Utara (b)	28
8	Penggunaan lahan Kalimantan Utara tahun 2020 aktual (a) dan model (b)	30
9	Proyeksi Penggunaan Lahan Kalimantan Utara tahun 2030	31
10	Sebaran perubahan cadangan karbon di Kalimantan Utara tahun 2000 – 2030	33

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Persamaan regresi logistik terpilih dalam pemodelan	46
2	Lampiran 2 Nilai <i>odds ratio</i> tiap variabel pendorong	48
3	Lampiran 3 Matriks transisi penggunaan lahan 2000 – 2015	50
4	Lampiran 4 Matriks transisi penggunaan lahan 2020 – 2030	51
5	Lampiran 5 Luas penggunaan lahan Kalimantan Utara 2020 dan 2030	52
6	Lampiran 6 Penggunaan lahan Kalimantan Utara tahun 2000 – 2030	53