

DETEKSI PERUBAHAN *SPATIOTEMPORAL* PENYIMPANAN DAN PENYERAPAN KARBON DENGAN MENINTEGRASIKAN *GOOGLE EARTH ENGINE* DAN MODEL INVEST

FARREL ARDAN



**DEPARTEMEN MANAJEMEN HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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.



IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Deteksi Perubahan *Spatiotemporal* Penyimpanan dan Penyerapan Karbon dengan Mengintegrasikan *Google Earth Engine* dan Model InVEST” 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Farrel Ardan
E1401201105

- 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.



- 

ABSTRAK

FARREL ARDAN. Deteksi Perubahan *Spatiotemporal* Penyimpanan dan Penyerapan Karbon dengan Mengintegrasikan *Google Earth Engine* dan Model InVEST. Dibimbing oleh HERI PURNOMO dan BENI OKARDA.

Perubahan iklim merupakan isu lingkungan yang dihadapi dunia saat ini. Beberapa faktor penyebabnya adalah perubahan tutupan lahan dan pemanasan global. Penelitian bertujuan menganalisis perubahan, proyeksi, estimasi simpanan dan serapan karbon di Kabupaten-Kota Bogor secara *spatiotemporal*. Metode yang dilakukan meliputi *land cover classification*, *land cover projection*, dan *post-processing*. Hasil penelitian didapatkan bahwa tahun 2013–2023 hutan di Kabupaten-Kota Bogor mengalami penurunan sebesar 16.733 ha dan peningkatan tertinggi lahan terbangun sebesar 21.935 ha. Proyeksi tutupan lahan tahun 2034 menggunakan *Molusce* menunjukkan hutan mengalami penurunan sebesar 15.659 ha. Sementara itu, lahan terbangun bertambah seluas 6.535 ha. Pelepasan karbon terbesar pada saat luas tutupan lahan hutan berkurang 15.659 ha dengan melepaskan 4,4 juta ton karbon. Sebaliknya, serapan karbon tertinggi terjadi ketika luas tutupan lahan kebun campuran bertambah 7.264 ha dengan laju serapan 4,8 ton C/ha/tahun. Perubahan tutupan lahan berpengaruh terhadap simpanan karbon di Kabupaten-Kota Bogor tahun 2013–2034 sebesar 8,5 juta ton karbon atau 31,1 juta ton CO₂e.

Kata Kunci: InVEST, molusce, perubahan iklim, simpanan karbon, *spatiotemporal*

ABSTRACT

FARREL ARDAN. Detection of *Spatiotemporal* Changes in Carbon Storage and Sequestration by Integrating *Google Earth Engine* and InVEST Model. Supervised by HERI PURNOMO dan BENI OKARDA.

Climate change is an environmental issue facing the world today. Some of the contributing factors are land cover change and global warming. The research aims to analyze changes, predictions, estimation of carbon storage and sequestration in Bogor Regency-City *spatiotemporally*. The methods used include *land cover classification*, *land cover projection*, and *post-processing*. The results showed that from 2013–2023, forests in Bogor Regency-City decreased by 16.733 ha and the highest increase in built-up land was 21.935 ha. Prediction of land cover in 2034 using *Molusce* showed that forests decreased by 15.659 ha. Meanwhile, built-up land increased by 6.535 ha. The largest carbon release occurs when forest land cover decreases by 15.659 ha, releasing 4,4 million tons of carbon. Conversely, the highest carbon sequestration occurred when the land cover area of mixed garden increased by 7.264 ha with a sequestration rate of 4,8 tons C/ha/year. Land cover change affects carbon storage in the Bogor Regency-City in 2013-2034 by 8,5 million tons of carbon or 31,1 million tons of CO₂eq.

Keywords: *carbon storange, climate change, InVEST, molusce, spatiotemporal*



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 apa pun tanpa izin IPB.

DETEKSI PERUBAHAN *SPATIOTEMPORAL* PENYIMPANAN DAN PENYERAPAN KARBON DENGAN MENINTEGRASIKAN *GOOGLE EARTH ENGINE* DAN MODEL INVEST

FARREL ARDAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Manajemen Hutan

**DEPARTEMEN MANAJEMEN HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
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.

Penguji pada ujian Skripsir:

1. Dr. Ir. Omo Rusdiana, M.Sc.F.Trop
2. Priyanto S.Hut., M.Si.

Judul Skripsi : Deteksi Perubahan *Spatiotemporal* Penyimpanan dan Penyerapan Karbon dengan Mengintegrasikan *Google Earth Engine* dan Model InVEST

Nama : Farrel Ardan
NIM : E1401201105

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Heri Purnomo, M.Comp



Pembimbing 2:
Beni Okarda, S.Hut., M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Departemen Manajemen Hutan:
Dr. Soni Trison, S.Hut., M.Si
NIP 197711232007011002



Tanggal Ujian: 12 Agustus 2024

Tanggal Lulus: 21 AUG 2024

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 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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Penelitian skripsi ini dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Juli 2024, dengan judul “Deteksi Perubahan *Spatiotemporal* Penyimpanan dan Penyerapan Karbon dengan Mengintegrasikan *Google Earth Engine* dan Model InVEST”.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini berkat dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Bapak Edi Sukardi dan Ibu Rusyanti, serta adik Melvin Ghiffari yang selalu memberikan doa, dukungan moral, material, dan kasih sayang yang selalu mendukung penulis untuk mendapatkan kelancaran dalam menggapai kesuksesan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Heri Purnomo, M.Comp. dan Bapak Beni Okarda, S.Hut., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama penelitian hingga penulisan skripsi.
3. Seluruh Dosen dan Tenaga Kependidikan Departemen Manajemen Hutan.
4. Kakak Tingkat MSL'56 Bang Fathan Aldi Rivai yang banyak membantu dalam informasi pengolahan data dan diskusi.
5. Teman saya Rainida, Lifano, Riza, Darwis, Syahril, Choirotun, dan Raihan yang telah membantu dan membersamai dalam penyusunan skripsi.
6. Teman-teman Fakultas Kehutanan 57 yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan hingga penulisan skripsi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Farrel Ardan



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Emisi Karbon	3
2.2 <i>Google Earth Engine</i>	3
2.3 <i>Machine Learning</i>	3
2.4 <i>Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoff (InVEST)</i>	4
III METODE	5
3.1 Lokasi dan Waktu	5
3.2 Alat dan Bahan	5
3.3 Prosedur Kerja	6
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Hasil	10
4.2 Pembahasan	18
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
RIWAYAT HIDUP	28



DAFTAR TABEL

1	Bahan Penelitian	6
2	<i>Confusion Matrix Random Forest 2013</i>	10
3	<i>Confusion Matrix Random Forest 2018</i>	10
4	<i>Confusion Matrix Random Forest 2023</i>	11
5	<i>Accuracy Assessment dan testing</i>	11
6	Perubahan tutupan lahan tahun 2013–2023	14
7	Hasil validasi <i>Molusce</i>	15
8	Perubahan luas tutupan lahan Kabupaten-Kota Bogor tahun 2023–2034	16
9	Matriks perubahan Kabupaten-Kota Bogor tahun 2023–2034	16
10	Nilai simpanan karbon setiap kelas tutupan lahan	17
11	Simpanan karbon berdasarkan perubahan luas tahun 2023–2034	22
12	Rata-rata laju serapan karbondioksida tanaman kehutanan	23
13	Skenario penanaman dengan tanaman kehutanan	23
14	Estimasi harga setiap lembaga	24

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi penelitian di Kabupaten-Kota Bogor	5
2	Prosedur kerja <i>land cover classification</i>	7
3	Prosedur kerja <i>land cover projection</i>	8
4	Prosedur kerja InVEST	9
5	Tutupan lahan Kabupaten-Kota Bogor pada tahun: (a) 2013; (b) 2018; (c) 2023	13
6	Hasil proyeksi tutupan lahan Kabupaten-Kota Bogor tahun 2034	15
7	Simpanan karbon setiap kelas tutupan lahan Kabupaten-Kota Bogor	18
8	Peta simpanan karbon Kabupaten-Kota Bogor pada tahun: (a) 2013; (b) 2018; (c) 2023; dan (d) 2034	20
9	Perubahan simpanan karbon Kabupaten-Kota Bogor tahun 2013–2034	21