

# **ALGORITMA *DECISION TREE OF MACHINE LEARNING* DALAM KLASIFIKASI TANAMAN KOPI AGROFORESTRI DAN KOPI MONOKULTUR DENGAN CITRA SATELIT SPOT-7 DI KABUPATEN TANGGAMUS**

**FITRIANTO NURFAIZIN**



**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.



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

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 laporan akhir dengan judul “Algoritma *Decision Tree of Machine Learning* dalam Klasifikasi Tanaman Kopi Agroforestri dan Kopi Monokultur dengan Citra Satelit SPOT-7 di Kabupaten Tanggamus” 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, September 2024

Fitrianto Nurfaizin  
E1401201076

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



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

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

FITRIANTO NURFAIZIN. Algoritma *Decision Tree of Machine Learning* dalam Klasifikasi Tanaman Kopi Agroforestri dan Kopi Monokultur dengan Citra Satelit SPOT-7 di Kabupaten Tanggamus. Dibimbing oleh I NENGAH SURATI JAYA.

Penelitian ini menjelaskan pengembangan algoritma *machine learning* untuk membangun model algoritma dalam mendeteksi dan mengidentifikasi tanaman kopi agroforestri dan kopi monokultur menggunakan pendekatan *machine learning*. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit SPOT-7 untuk mengembangkan indeks vegetasi (NDVI, VDVI, VARI, NRGI) dan data bio-sosio-geofisik (*proximity* jalan, *proximity* sungai, *proximity* permukiman, elevasi, kelerengan) serta tutupan lahan. Penelitian ini menemukan algoritma terbaik untuk mendeteksi tanaman kopi agroforestri dan kopi monokultur menggunakan algoritma *decision tree* dengan parameter *information gain* dan peubah NDVI, VDVI, NRGI, elevasi, *proximity* jalan, *proximity* sungai, tutupan lahan. Algoritma ini mendapatkan *maximal depth* 31, tanpa *pruning* dan *pre-pruning*, *minimal leaf size* 51, *minimal size for split* 41, *pre-pruning alternative* 0. Algoritma ini menghasilkan *overall accuracy* 94,7% dan *kappa accuracy* 93,9%. Kopi agroforestri mempunyai *user accuracy* 91,6% dan *producer accuracy* 87,8%, kopi monokultur mempunyai *user accuracy* 92,7% dan *producer accuracy* 95,3%.

Kata kunci: Agroforestri, bio-sosio-geofisik, *decision tree*, indeks vegetasi, *information gain*

## ABSTRACT

FITRIANTO NURFAIZIN. Decision Tree Algorithm of Machine Learning in Classification of Agroforestry Coffee Plants and Monoculture Coffee with SPOT-7 Satellite Imagery in Tanggamus Regency. Supervised by I NENGAH SURATI JAYA.

This study describes the development of machine learning algorithms to build algorithm models in detecting and identifying agroforestry and monoculture coffee plants using a machine learning approach. The main data used in this study were SPOT-7 satellite imagery to develop vegetation indices (NDVI, VDVI, VARI, NRGI) and bio-socio-geophysical data (road proximity, river proximity, settlement proximity, elevation, slope) and land cover. This study found the best algorithm for detecting agroforestry and monoculture coffee plants using a decision tree algorithm with information gain parameter with variables of NDVI, VDVI, NRGI, elevation, road proximity, river proximity, land cover. This algorithm determined maximum depth of 31, without pruning and pre-pruning, minimum leaf size of 51, minimum size for split of 41, and pre-pruning alternative of 0. The algorithm provided *overall accuracy* of 94,7% and *kappa accuracy* of 93,9%. The producer's and user's accuracy of agroforestry coffee were 87,8% and 91,6%, while the producer's and user's accuracy of monoculture coffee were 95,3% and 92,7%.

**Keywords:** Agroforestry, bio-socio-geophysical, decision tree, information gain, vegetation index



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.*

**ALGORITMA *DECISION TREE OF MACHINE LEARNING*  
DALAM KLASIFIKASI TANAMAN KOPI AGROFORESTRI  
DAN KOPI MONOKULTUR DENGAN CITRA SATELIT  
SPOT-7 DI KABUPATEN TANGGAMUS**

**FITRIANTO NURFAIZIN**

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, MSc
2. Dr. Ir. Iin Ichwandi, M.Sc.F.Trop





Judul Skripsi : Algoritma *Decision Tree of Machine Learning* dalam Klasifikasi Tanaman Kopi Agroforestri dan Kopi Monokultur dengan Citra Satelit SPOT-7 di Kabupaten Tanggamus

Nama : Fitrianto Nurfaizin  
N IM : E1401201076

Disetujui oleh

Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. I Nengah Surati Jaya, M.Agr



Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian: 06 SEP 2024

Tanggal Lulus: 25 SEP 2024



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

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 karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2023 sampai bulan Agustus 2024 dengan judul “*Algoritma Decision Tree of Machine Learning* dalam Klasifikasi Tanaman Kopi Agroforestri dan Kopi Monokultur dengan Citra Satelit SPOT-7 di Kabupaten Tanggamus”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. I Nengah Surati Jaya, M.Agr yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Staf Laboratorium GIS dan Remote Sensing Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB yang telah membantu selama pengolahan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya dan seterusnya.

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

Bogor, September 2024

*Fitrianto Nurfaizin*



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

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.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis banyak mendapat dukungan baik moril maupun material dari berbagai pihak oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. I Nengah Surati Jaya M.Agr atas segala bimbingan, arahan, motivasi, semangat, serta nilai-nilai kehidupan yang sudah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Agus Setyadi sebagai seorang *forester* sejati yang selalu memotivasi penulis, Ibu Rokhasanah, Illiyyina Perdanawati, Latifolia Hidayati, Kintamani Arafah, Ammar, Nasya, Ariono yang selalu memberi doa, semangat, kasih sayang dan dukungan moral serta material.
3. Bapak Uus Saepul Makarom S.Hut, Muhammad Iqbal Firdaus, Nabila Shaffana Zhafira Suwiji, Yudha Kristanto, Luh Miyuki Mani Puspaka Tri Wijaya, Rivanti Salma Nur Ramadhania, Agasta Adhiguna, Athallah Syafiq, Manisyah, Aulia, Rifer, Haidar, yang telah memberikan saran, masukan dan dukungan kepada penulis.
4. Anom Putri Rydanti yang selalu mendampingi dan memotivasi penulis
5. Project TEEB Agrifood beserta Rama Maulana, Alfian Vipialdo, Made dan tim.
6. Teman se-bimbingan Dimas, Alvito, Zharfan, Fahri, Figo, Gentha, Andika yang menjadi rekan diskusi selama pengerjaan skripsi.
7. Rekan-rekan Kementerian Lingkungan Hidup BEM KM IPB 2023, Departemen Sosial, Lingkungan Hidup dan Kehutanan BEM Fahutan 2022.
8. Serly, Salman, Rafly, Amelia serta rekan-rekan Manajemen Hutan 57 dan Fahutan 57.
9. Abimanyu Damarjati, Fabrizio Rio dan Suit 2021 yang telah membantu dan membersamai penulis.

Terimakasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2024

*Fitrianto Nurfaizin*



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

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 ISI

|   |           |
|---|-----------|
| DAFTAR TABEL  | ii        |
| DAFTAR GAMBAR   | ii        |
| DAFTAR LAMPIRAN   | iii       |
| <b>I PENDAHULUAN</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang  | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 2         |
| 1.3 Tujuan  | 3         |
| 1.4 Manfaat   | 3         |
| <b>II METODE</b>  | <b>5</b>  |
| 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian                               | 5         |
| 2.2 Data  | 5         |
| 2.3 <i>Hardware dan software</i>                              | 6         |
| 2.4 Pra-pengolahan Citra                                      | 6         |
| 2.5 Pengolahan dan Analisis Data                              | 8         |
| <b>III HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                               | <b>21</b> |
| 3.1 Seleksi Fitur ( <i>Feature Selection</i> ) terhadap Model | 21        |
| 3.2 Optimasi Model  | 25        |
| 3.3 Uji Akurasi   | 28        |
| 3.4 Klasifikasi Model   | 34        |
| <b>V SIMPULAN DAN SARAN</b>                                   | <b>41</b> |
| 4.1 Simpulan  | 41        |
| 4.2 Saran   | 41        |
| DAFTAR PUSTAKA  | 43        |
| LAMPIRAN  | 49        |
| RIWAYAT HIDUP   | 60        |

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



## DAFTAR TABEL

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Data utama dan data pendukung penelitian   | 6  |
| 2  | Karakteristik citra SPOT-7   | 6  |
| 3  | Indeks vegetasi yang digunakan   | 8  |
| 4  | Monogram kelas tutupan lahan   | 11 |
| 5  | Nilai statistik <i>training area</i> kelas kopi agroforestri dan kopi monokultur                       | 16 |
| 6  | Hasil nilai bobot peubah dari tiap fitur ( <i>Overfitting</i> )  | 22 |
| 7  | Hasil nilai bobot peubah dari tiap fitur (terbaik)   | 23 |
| 8  | Frekuensi kelas akurasi dari parameter <i>decision tree</i> ( <i>overfitting</i> )                     | 25 |
| 9  | Sepuluh kombinasi paramater ( <i>overfitting</i> )   | 26 |
| 10 | Frekuensi kelas akurasi dari parameter <i>decision tree</i> (terbaik)                                  | 26 |
| 11 | Sepuluh kombinasi parameter terbaik  | 27 |
| 12 | Matriks konfusi kombinasi peubah spektral, bio-sosio-geofisik dan tutupan lahan ( <i>Overfitting</i> ) | 29 |
| 13 | Matriks konfusi kombinasi peubah spektral, bio-sosio-geofisik dan tutupan lahan (terbaik)              | 31 |
| 14 | Akurasi terbaik dari setiap kombinasi fitur  | 32 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Peta lokasi penelitian   | 5  |
| 2  | Perbandingan (a) citra SPOT-7 sebelum koreksi radiometrik dan (b) citra SPOT-7 sesudah koreksi radiometrik   | 8  |
| 3  | Indeks vegetasi (a) NDVI, (b) NRGI, (c) VARI, (d) VDVI   | 9  |
| 4  | Peubah bio-sosio-geofisik (a) elevai, (b) <i>proximity</i> jalan, (c) <i>proximity</i> sungai, (d) <i>proximity</i> jalan, (e) <i>proximity</i> permukiman | 10 |
| 5  | Skema kelas tutupan lahan  | 11 |
| 6  | Peta sebaran <i>training area</i>  | 15 |
| 7  | Diagram alir metode penelitian   | 20 |
| 8  | Grafik perbandingan nilai uji akurasi beberapa kombinasi peubah model terbaik  | 33 |
| 9  | Peta hasil klasifikasi yang <i>overfitting</i>   | 34 |
| 10 | Perbandingan hasil klasifikasi <i>overfitting</i> (a dan c) dengan peubah yang memengaruhinya <i>proximity</i> (b) permukiman dan (d) kelerengan           | 35 |
| 11 | Algoritma <i>decision tree</i> ringkas terbaik   | 36 |
| 12 | Peta hasil klasifikasi terbaik   | 37 |
| 13 | Perbandingan hasil klasifikasi <i>decision tree</i> (a,d,g,j), citra SPOT-7 (b,e,h,k) dan foto di lapangan (c,f,i,l)                                       | 38 |
| 14 | Perbandingan hasil klasifikasi <i>overfitting</i> (a dan c) dan hasil klasifikasi terbaik (b dan d)  | 39 |





## DAFTAR LAMPIRAN

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Algoritma <i>decision tree</i> terbaik                                     | 50 |
| 2 | Matriks konfusi kombinasi peubah spektral dan bio-sosio-geofisik (terbaik) | 57 |
| 3 | Matriks konfusi kombinasi peubah bio-sosio-geofisik (terbaik)              | 58 |
| 4 | Matriks konfusi kombinasi peubah spektral (terbaik)                        | 59 |

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