

ALGORITMA ESTIMASI INDEKS KESEHATAN MANGROVE DENGAN PENDEKATAN *MACHINE LEARNING* DI KABUPATEN PARIGI MOUTONG, SULAWESI TENGAH

MARCEL LUCKY SAIPUTRA



**DEPARTEMEN MANAJEMEN HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Algoritma Estimasi Indeks Kesehatan Mangrove dengan Pendekatan *Machine Learning* di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah” 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 2026

Marcel Lucky Saiputra
E1401221080

ABSTRAK

MARCEL LUCKY SAIPUTRA. Algoritma Estimasi Indeks Kesehatan Mangrove dengan Pendekatan *Machine Learning* di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah. Dibimbing oleh I NENGAH SURATI JAYA dan QORI PEBRIAL ILHAM.

Penelitian ini menjelaskan pengembangan algoritma *machine learning* untuk estimasi indeks kesehatan mangrove menggunakan pendekatan *decision tree* berbasis citra Sentinel-2A di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah, Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengembangkan algoritma *machine learning* berbasis *decision tree* serta mengidentifikasi peubah-peubah utama dalam penilaian *Mangrove Health Index* (MHI). Algoritma dikembangkan menggunakan indeks spektral yang meliputi *Combined Mangrove Recognition Index* (CMRI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), *Normalized Intertidal Mangrove Index* (NIMI), *Normalized Red-Green Vegetation Index* (NRGI), *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI), dan *Normalized Ratio Built-up Index* (NRBI), yang diintegrasikan dengan peubah sosio-geo-biofisik berupa elevasi, jarak dari jalan, sungai, garis pantai, dan substrat. Penelitian ini mengungkapkan model *decision tree* terbaik menghasilkan *Overall Accuracy* sebesar 93,7% dan *Kappa Accuracy* sebesar 0,93, dengan *precision* sebesar 83,6–95,7% dan *recall* sebesar 88,0–92,2% pada kelas Indeks Kesehatan Mangrove.

Kata Kunci: pohon keputusan, sosio-geo-biofisik, *machine learning*, indeks kesehatan mangrove, Sentinel-2A

ABSTRACT

MARCEL LUCKY SAIPUTRA. A Machine Learning-Based Algorithm for Estimating the Mangrove Health Index in Parigi Moutong Regency, Central Sulawesi. Supervised by I NENGAH SURATI JAYA and QORI PEBRIAL ILHAM.

This paper describes the development of A Machine Learning-Based Algorithm for Estimating the Mangrove Health Index in Parigi Moutong Regency, Central Sulawesi, Indonesia. The objective of the study was to develop a decision tree machine learning algorithm for identifying the key variables on assessing the Mangrove Health Index (MHI). The algorithm was developed using spectral indices, including the Combined Mangrove Recognition Index (CMRI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Intertidal Mangrove Index (NIMI), Normalized Red-Green Vegetation Index (NRGI), Normalized Difference Moisture Index (NDMI), and Normalized Ratio Built-up Index (NRBI), integrated with socio-geo-biophysical variables consisting of elevation, distance from roads, rivers, coastline, and substrate. The study revealed that the optimal decision tree model achieved an Overall Accuracy of 93.7% and a Kappa Accuracy of 0.93. The precision for the MHI is ranging between 83.6.% to 95.7%, while the recall are between 88% to 92.2%.

Keywords: decision tree, socio-geo-biophysical, machine learning, mangrove health index, Sentinel-2A



@Hak cipta milik IPB University

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 2026¹
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 ESTIMASI INDEKS KESEHATAN MANGROVE DENGAN PENDEKATAN *MACHINE LEARNING* DI KABUPATEN PARIGI MOUTONG, SULAWESI TENGAH

MARCEL LUCKY SAIPUTRA

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
2026**



@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.

- 1 Prof. Dr. Ir. I Nyoman Jaya Wistara, M.S
- 2 Dr. Ir. Gunawan Santosa, MS

Judul Skripsi : Algoritma Estimasi Indeks Kesehatan Mangrove Dengan Pendekatan *Machine Learning* di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah

Nama : Marcel Lucky Saiputra
NIM : E1401221080

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. I Nengah Surati Jaya, M.Agr

Pembimbing 2:
Qori Pebrial Ilham, S.Hut., M.Si




Diketahui oleh

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




Tanggal Ujian:
16 Juli 2026

Tanggal Lulus: 28 JUL 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan karya ilmiah ini yang berjudul “Algoritma Estimasi Indeks Kesehatan Mangrove Dengan Pendekatan *Machine Learning* Di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah”. Tema penelitian yang dipilih dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Mei 2026. Penelitian ini mengkaji algoritma *decision tree* dalam identifikasi kesehatan mangrove dengan kombinasi peubah spektral dan sosio-geo-biofisik menggunakan citra Sentinel-2A. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

- 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

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang terlibat dalam membantu penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. I Nengah Surati Jaya., M.Agr dan Bapak Qori Pebrial Ilham., S.Hut., M.Si selaku dosen pembimbing sekaligus menjadi seorang bapak bagi penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan, kesempatan, dan motivasi, serta pembelajaran kehidupan kepada penulis selama masa penyusunan skripsi.
2. Papah Saiful Anam, Mamah Linda Widyawati, Adek Monica Ramadhania, dan Kaka Dewi Widyana yang selalu mendo'akan, mendukung, dan mendampingi penulis selama ini sampai akhir.
3. Bapak Uus Saepul Makarom, Mbak Anggie, Mbak Amel, Bang Dandy, Bang Donny dan Bang Amati yang telah membantu dan menjadi teman diskusi penulis selama pengerjaan skripsi.
4. Badan Pengelolaan Dana Lingkungan Hidup (BPD LH) dan tim Kesatuan Landskap Mangrove (KLM) Sulawesi Tengah yang telah menemani dan membantu penulis selama pengambilan data lapang.
5. Teman se-bimbingan terutama Maya, Imam, Firman, Rachel, Iqbal, dan Valen yang telah menjadi rekan dan membantu penulis dalam berdiskusi selama pengerjaan skripsi.
6. Teman seperjuangan saya Arizal, Dika, Rama, Zaki N, Wanda, Mahdi, Syaraviena, Ratu Zoya, Novayanti, Maulidita yang telah menjadi keluarga dan pondasi kehidupan selama penulis berkuliah dan ketika semasa dikampus.
7. Keluarga Besar Pertamina Bapak Arjon, Bapak David, Mas Aryo, Mbak Rani, dan Mbak Alya yang telah mendukung dan memberikan saran kepada saya serta memberikan banyak pengalaman berharga.
8. Sobat *Healing* Indah, Dendy, Ridho, Agung, Afaf, Arham, Agil, Yasril, dan Mesty yang telah menemani saya dikala butuh *healing*.
9. Teman Ngovi dan teman selama PKU Naufal, Septian, Wildan, Rakha, Arya, Fajar.
10. Teman-teman Manajemen Hutan Angkatan 59 dan Fahutan 59 yang telah berjuang bersama sejak awal perkuliahan.

Bogor, Juli 2026

Marcel Lucky Saiputra



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Data	4
2.3 Perangkat Lunak dan Perangkat Keras	5
2.4 Pengelolaan dan Analisis Data	5
2.5 <i>Decision Tree</i>	22
III HASIL DAN PEMBAHASAN	26
3.1 Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove	26
3.2 Karakteristik Vegetasi pada Setiap Kelas <i>Mangrove Health Index</i> (MHI)	28
3.3 Nilai Statistik Peubah Mangrove	30
3.4 Pengaruh Seleksi Pemilihan Fitur	31
3.5 Optimasi Model Terpilih	33
3.6 Evaluasi Performa Algoritma <i>Decision Tree</i>	37
3.7 Klasifikasi Model Kesehatan Mangrove	40
IV SIMPULAN DAN SARAN	46
4.1 Simpulan	46
4.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	54

DAFTAR TABEL

1. Tabel 1 Data utama dan pendukung	5
2. Tabel 2 Karakteristik citra Sentinel-2A	5
3. Tabel 3 Klasifikasi kelas kesehatan mangrove berdasarkan MHI	10
4. Tabel 4 Skema klasifikasi kelas	11
5. Tabel 5 Persamaan indeks vegetasi	13
6. Tabel 6 Zonal statistik peubah spektral	21
7. Tabel 7 Zonal statistik peubah sosio-geo-biofisik	21
8. Tabel 8 Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan tingkat pertumbuhan semai	26
9. Tabel 9 Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan tingkat pertumbuhan pancang	27
10. Tabel 10 Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan pertumbuhan pohon	28
11. Tabel 11 Karakteristik vegetasi mangrove berdasarkan kelasnya	29
12. Tabel 12 Zonal statistik mangrove kombinasi peubah spektral dan sosio-geo-biofisik	30
13. Tabel 13 Hasil peubah terpakai setiap variabel spektral dan kombinasi sosio- geo-biofisik	32
14. Tabel 14 optimasi model terbaik pada kombinasi variabel spektral dan sosio-geo-biofisik	34
15. Tabel 15 <i>Confusion matrix</i> indeks spektral	37
16. Tabel 16 <i>Confusion matrix</i> sosio-geo-biofisik	38
17. Tabel 17 <i>Confusion matrix</i> kombinasi Indeks spektral dan geobiofisi	39
18. Tabel 18 Perbandingan tampilan hasil klasifikasi	44

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1 Peta lokasi penelitian	4
2. Gambar 2 Diagram alur penelitian	6
3. Gambar 3 Skema kelas	10
4. Gambar 4 Peubah indeks spektral: (a) NDMI, (b) NRG, (c) NRBI, (d) NIMI, (e) NDWI, (f) NDVI, (g) CMRI	117
5. Gambar 5 Peubah sosio-geo-biofisik: (a) substrat, (b) DEM (elevasi), (c) jalan, (d) pantai, (e) sungai.	20
6. Gambar 6 Grafik peubah paling berpengaruh terhadap model	32
7. Gambar 7 Aturan algoritma <i>decision tree</i>	36
8. Gambar 8 Klasifikasi model menggunakan peubah sosio-geo-biofisik, peubah spektral, dan kombinasi keduanya pada Lokasi 1.	41
9. Gambar 9 Klasifikasi model menggunakan peubah sosio-geo-biofisik, peubah spektral, dan kombinasi keduanya pada Lokasi 2.	42