



PENGEMBANGAN ALGORITMA DETEKSI KESEHATAN MANGROVE BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN MACHINE LEARNING DI KOTA BATAM

MUTMAINNAH MAYASAFITRI



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

- 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Algoritma Deteksi Kesehatan Mangrove Berbasis Penginderaan Jauh dan *Machine Learning* di Kota Batam” 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

Mutmainnah Mayasafitri
E1401221007



@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

ABSTRAK

MUTMAINNAH MAYASAFITRI. Pengembangan Algoritma Deteksi Kesehatan Mangrove Berbasis Penginderaan Jauh dan *Machine Learning* di Kota Batam. Dibimbing oleh I NENGAH SURATI JAYA dan QORI PEBRIAL ILHAM

Penelitian ini bertujuan mengembangkan algoritma pohon keputusan untuk mendeteksi kesehatan mangrove menggunakan pendekatan non-parametrik. Peubah penginderaan jauh yang digunakan meliputi NDVI, CMRI, EMI, GCI, EVI, BSI, NDMI dan MNDWI yang diturunkan dari citra Sentinel-2A. Sementara itu, peubah sosio-geo-biofisik meliputi jarak dari jalan, pemukiman, sungai, garis pantai, elevasi, kelerengan, dan substrat. Algoritma dibangun menggunakan metode pohon keputusan dengan beberapa kombinasi kriteria pemilihan fitur, yaitu IG, GI, GR, R, dan BF serta optimasi parameter meliputi *sampling*, *pruning*, *pre-pruning*, dan *cross validation*. Model terbaik diperoleh menggunakan kriteria *gini index* dengan akurasi model sebesar 96,6%. Hasil uji akurasi klasifikasi menghasilkan *overall accuracy* sebesar 96,4% dan *kappa accuracy* sebesar 0,96 yang menunjukkan tingkat kesesuaian sangat kuat antara hasil klasifikasi dan data referensi. Peubah spektral paling berpengaruh dalam memisahkan kesehatan mangrove adalah NDVI diikuti peubah sosio-geo-biofisik berupa substrat. Integrasi indeks spektral dan peubah sosio-geo-biofisik terbukti mampu meningkatkan klasifikasi kesehatan mangrove pada lingkungan pesisir yang kompleks di Kota Batam.

Kata kunci: kesehatan mangrove, pohon keputusan, sosio-geo-biofisik

ABSTRACT

MUTMAINNAH MAYASAFITRI. Development of Mangrove Health Detection Algorithm Based on Remote Sensing and Machine Learning in Batam City. Supervised by I NENGAH SURATI JAYA and QORI PEBRIAL ILHAM

This paper describes a development of machine learning algorithms for detecting mangrove health index by using non-parametric approach. The remotely sensed variables include NDVI, CMRI, EMI, GCI, EVI, BSI, NDMI, and MNDWI indices that derived from Sentinel-2A, while the socio-geo-biophysical data include distance from roads, settlements, rivers, coastline, elevation, slope, and substrate. The algorithm was developed using decision trees with several parameters combination: IG, GI, GR, R, and BF, as well as sampling, pruning, pre-pruning and cross validation. The best model was obtained using the gini index criterion with an accuracy of 96.6%. Classification accuracy assessment produced an overall accuracy of 96.4% and a kappa accuracy of 0.96 indicating a very strong agreement between classification results and reference data. The most influential spectral variable in separating mangrove health classes was NDVI, followed by the socio-geo-biophysical variable of substrate. The integration of spectral indices and socio-geo-biophysical aspects effectively improved mangrove health classification in the complex coastal environment of Batam City.

Keywords: decision tree, mangrove health, socio-geo-biophysical



@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 2026
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.

PENGEMBANGAN ALGORITMA DETEKSI KESEHATAN MANGROVE BERBASIS PENGINDERAAN JAUH DAN *MACHINE LEARNING* DI KOTA BATAM

MUTMAINNAH MAYASAFITRI

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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Harnios Arief, MSc.F.Trop

2. Prof. Dr. Ir. Ahmad Budiaman, MSc.F.Trop



Judul Skripsi : Pengembangan Algoritma Deteksi Kesehatan Mangrove
Berbasis Penginderaan Jauh dan *Machine Learning* di
Kota Batam

Nama : Mutmainnah Mayasafitri

NIM : E1401221007

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: 20 Juli 2026

Tanggal Lulus: 03 AUG 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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah yang berjudul “Pengembangan Algoritma Deteksi Kesehatan Mangrove Berbasis Penginderaan Jauh dan *Machine Learning* di Kota Batam” dapat selesai dengan baik. Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari hingga Juni 2026. Selama menempuh sarjana dan melaksanakan penelitian ini, penulis mendapatkan banyak pelajaran dan dukungan dari banyak pihak. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Mutmainnah Mayasafitri



@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.



UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak yang telah kebersamai, mendukung dan memberikan berbagai bentuk bantuan kepada penulis selama perjalanan akademik sarjana dan penyelesaian skripsi. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. I Nengah Surati Jaya, M.Agr dan Bapak Qori Pebrial Ilham, S.Hut., M. Si yang telah memberikan bimbingan, pelajaran baik secara akademik maupun non akademik, pengalaman serta nasehat nasehat kepada penulis selama masa penyusunan skripsi.
2. Keluarga penulis Bapak Syarif Al-Qadri, SE, Ibu Ice Gunarti, Kak Mely Mutia Sari, M. Abrar Al-Qadri, Kayla Nurul dan M. Rayhan Al-Qadri yang selalu memberikan doa, semangat, kasih sayang dan menjadi sumber kekuatan bagi penulis.
3. Kementerian Lingkungan Hidup dan tim Kesatuan Lanskap Mangrove khususnya tim YBBA (Yang Batam Batam Aja) (Anggie Febriyanti, Donny Prasetya, Ridlla Tomy, Nur Alif, dan Moh Afrizal) yang telah membantu, menemani dan menjadi teman diskusi penulis selama penelitian.
4. Keluarga Lab *Remote Sensing* khususnya Bapak Uus Saeful Mukarom, S.Hut, Amati Eltriman Hulu dan Dandy Adriansyah R yang telah membantu dan memberikan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi.
5. Teman-teman seperjuangan Imam Hawari, Intan Rachellia, Marcel Lucky, Firmansyah Yunianto, M. Iqbal Afifi dan Valentino Dasdo SM yang telah menjadi teman berdiskusi, berbagi cerita, dan saling menguatkan selama menjalani proses penyusunan skripsi.
6. Sahabat penulis Dewi Masitoh, Nadia Zahara, Memy Azzahra, Mona Hairunisa S, Aprillya Gading, Citra Dewi, Kholil Ismail, Wanda Dzikri, Ratu Zoya, Syaraviena Putri, Nova Yanti, Intan Naia, Keisha Nuruz, dan Rida Awaliah atas dukungan, semangat dan tawa yang mewarnai masa perkuliahan penulis.
7. Restu Rizqy Pramada atas segala perhatian, dukungan, kesabaran, serta kehadiran yang menjadi penguat bagi penulis dalam melewati berbagai tantangan selama masa perkuliahan. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita dan memberikan semangat hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
8. Manajemen Hutan 59 dan FAHUTAN 59 yang telah berjuang bersama dari awal hingga akhir perkuliahan.

Bogor, Juli 2026

Mutmainnah Mayasafitri



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Perangkat Lunak dan Perangkat Keras	3
2.3 Data	4
2.4 Prosedur Kerja	5
III HASIL DAN PEMBAHASAN	19
3.1 Struktur Komunitas Mangrove	19
3.2 Perhitungan Mangrove Health Index (MHI)	20
3.3 Karakteristik Tegakan Berdasarkan Kelas MHI	21
3.4 Seleksi Peubah	22
3.5 Optimasi Model	25
3.6 Uji Akurasi Model	29
3.7 Hasil Klasifikasi	32
IV SIMPULAN DAN SARAN	37
4.1 Simpulan	37
4.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	43
RIWAYAT HIDUP	47



DAFTAR TABEL

1	Data penelitian	4
2	Karakteristik citra Sentinel-2A	4
3	Skema kelas tutupan lahan	9
4	Persamaan indeks vegetasi	10
5	Indeks Nilai Penting (INP) tingkat pertumbuhan semai	19
6	Indeks Nilai Penting (INP) tingkat pertumbuhan pancang	19
7	Indeks Nilai Penting (INP) tingkat pertumbuhan pohon	20
8	Nilai perhitungan <i>Mangrove Health Index</i> (MHI) setiap parameter	20
9	Karakteristik tegakan tiap kelas MHI	21
10	Seleksi peubah spektral	22
11	Seleksi peubah sosio-geo-biofisik	23
12	Seleksi peubah kombinasi spektral dan sosio-geo-biofisik	24
13	Optimasi parameter tiap peubah	25
14	Optimasi model terbaik kombinasi spektral dan sosio-geo-biofisik	26
15	Matriks konfusi peubah spektral	29
16	Matriks konfusi peubah sosio-geo-biofisik	30
17	Matriks konfusi kombinasi spektral dan sosio-geo-biofisik	31
18	Performa model <i>decision tree</i>	31

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian	3
2	Diagram alir penelitian	5
3	Pembuatan indeks vegetasi (a) NDVI, (b) CMRI, (c) EMI, (d) GCI, (e) EVI, (f) BSI, (g) MNDWI, dan (h) NDMI	11
4	Pembangunan layer sosio-geo-biofisik (a) <i>proximity</i> jalan, (b) <i>proximity</i> pemukiman, (c) <i>proximity</i> sungai, (d) <i>proximity</i> garis pantai, (e) elevasi, (f) kelerengan, dan (g) substrat	14
5	Ilustrasi pohon keputusan model terbaik (a) <i>node</i> Substrat (b) <i>node</i> EVI dan (c) <i>node</i> MNDWI	28
6	Misklasifikasi hasil <i>decision tree</i> peubah spektral (a dan c) dan tampilan citra (b dan d)	33
7	Hasil <i>decision tree</i> peubah sosio-geo-biofisik yang <i>overfitting</i> (a dan c) dengan peubah yang mempengaruhi (b) <i>proximity</i> jalan dan (d) elevasi	34
8	Hasil <i>decision tree</i> model kombinasi	35
9	Perbandingan tampilan citra (a), model peubah spektral (b), model peubah sosio-geo-biofisik (c) serta model kombinasi peubah spektral dan sosio-geo-biofisik	36