

PREDIKSI LAMA PENYINARAN BERBASIS LSTM-OPTUNA UNTUK EVALUASI KESESUAIAN LAHAN BAWANG PUTIH (INA AGRO-GARLIC)

RAIHANA LUTHFIA



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Perpustakaan 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 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 “Prediksi Lama Penyinaran Berbasis LSTM-Optuna untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Bawang Putih (INA Agro-GARLIC)” 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

Raihana Luthfia
G6401221054



ABSTRAK

RAIHANA LUTHFIA. Prediksi Lama Penyinaran Berbasis LSTM-Optuna Untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Bawang Putih (INA Agro-GARLIC). Dibimbing oleh SONY HARTONO WIJAYA dan ANNISA.

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, namun produksinya di Indonesia menurun signifikan sejak 2019 sehingga meningkatkan ketergantungan impor. Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya adalah lama penyinaran matahari, yang dalam Sistem Pendukung Keputusan Spasial (SPKS) INA Agro-GARLIC masih direpresentasikan sebagai peta statis sehingga belum menangkap dinamika temporal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang dioptimasi dengan Optuna untuk memprediksi lama penyinaran harian guna mendukung evaluasi kesesuaian lahan bawang putih secara dinamis. Data per jam diperoleh dari sensor *Automatic Weather Station* (AWS) stasiun ZCRA-4 di Desa Simego, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah, dari 13 Desember 2024 hingga 9 Mei 2026. Empat skenario model diuji dengan variasi *lookback* 10 dan 30 hari serta optimasi Optuna dan *Grid Search*. Hasil menunjukkan bahwa LSTM-Optuna dengan *lookback* 30 hari merupakan model terbaik dengan MAE 0,737 jam, RMSE 0,939 jam, dan R^2 0,886. Optuna lebih unggul dibanding *Grid Search* dalam menemukan konfigurasi *hyperparameter* terbaik. Pendekatan ini memungkinkan transformasi evaluasi kesesuaian lahan bawang putih dari statis menjadi dinamis berbasis data prediksi deret waktu.

Kata kunci: bawang putih, kesesuaian lahan, lama penyinaran, LSTM, Optuna

ABSTRACT

RAIHANA LUTHFIA. Sunshine Duration Prediction Based on LSTM-Optuna for Garlic Land Suitability Evaluation (INA Agro-GARLIC). Supervised by SONY HARTONO WIJAYA dan ANNISA.

Garlic (*Allium sativum* L.) is a high-value horticultural commodity whose production in Indonesia has declined significantly since 2019, increasing import dependency. Sunshine duration is one of the key determinants of successful garlic cultivation; however, in the Sistem Pendukung Keputusan Spasial (SPKS) INA Agro-GARLIC, it is still represented as a static map that fails to capture temporal dynamics. This study aimed to develop a *Long Short-Term Memory* (LSTM) model optimized with Optuna to predict daily sunshine duration, supporting dynamic garlic land suitability evaluation. Hourly data were collected from an *Automatic Weather Station* (AWS) sensor at station ZCRA-4 in Simego Village, Pekalongan Regency, Central Java, from December 13, 2024, to May 9, 2026. Four model scenarios were tested using 10-day and 30-day lookback windows with Optuna and *Grid Search* optimization. Results show that LSTM-Optuna with a 30-day lookback achieved the best performance with MAE of 0.737 hours, RMSE of 0.939 hours,

and R^2 of 0.886. Optuna outperformed Grid Search in identifying the optimal hyperparameter configuration. This approach enables the transformation of garlic land suitability evaluation from static assessment to dynamic, time-series-based prediction.

Keywords: garlic, land suitability, LSTM, Optuna, sunshine duration.

@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



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.

PREDIKSI LAMA PENYINARAN BERBASIS LSTM-OPTUNA UNTUK EVALUASI KESESUAIAN LAHAN BAWANG PUTIH (INA AGRO-GARLIC)

RAIHANA LUTHFIA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Muhammad Asyhar Agmalaro, S.Si., M.Kom.



@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.

Judul Skripsi : Prediksi Lama Penyinaran Berbasis LSTM-Optuna untuk
Evaluasi Kesesuaian Lahan Bawang Putih (INA Agro-GARLIC)

Nama : Raihana Luthfia
NIM : G6401221054

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
19810809 200812 1 002

Pembimbing 2:

Dr. Eng. Annisa, S.Kom., M.Kom.
19790731 200501 2 002

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
19810809 200812 1 002

Tanggal Ujian:
15 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian ini mengangkat tema penggunaan algoritma *machine learning* untuk membangun model prediksi lama penyinaran matahari, dengan judul "Prediksi Lama Penyinaran Berbasis LSTM-Optuna untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Bawang Putih (INA Agro-GARLIC)".

Penulis menyadari bahwa penyelesaian karya ilmiah ini tidak terlepas dari doa, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dosen pembimbing, Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom. dan Dr. Eng. Annisa, S.Kom., M.Kom., yang telah membimbing, memberikan arahan dan saran yang berharga sepanjang proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.
2. Dosen penguji, Muhammad Asyhar Agmalaro, S.Si., M.Kom., yang telah memberikan masukan dan saran demi penyempurnaan karya ilmiah ini.
3. Ibu Rifa, ibu kandung penulis yang senantiasa mencurahkan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti kepada penulis. Bapak Basuki (alm.), ayah kandung penulis yang raganya sudah tidak mampu lagi dijangkau oleh penulis, semoga senantiasa berada dalam limpahan rahmat dan tempat terbaik di sisi Allah. Papa Waluyo, ayah sambung penulis, yang telah memberikan dukungan dan peran sosok ayah bagi penulis.
4. Sahabat seperjuangan di Ilmu Komputer (Ridwan, Qonita, dan Ainil) yang telah menjadi tempat berbagi suka dan duka serta memberikan semangat selama masa perkuliahan.
5. Teman kos (Lintang, Himah, Anida, dan Wanda) yang telah mewarnai keseharian penulis dari awal hingga akhir masa perkuliahan.
6. Teman sekolah (Arin, Rifa, dan Evi) yang hubungannya tetap terjaga erat hingga saat ini meskipun terpisah oleh jarak dan waktu.

Penghargaan yang tulus juga penulis tujukan kepada pihak-pihak lain yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, baik dalam bentuk dukungan moral, materi, maupun fasilitas, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Raihana Luthfia



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kesesuaian Lahan Bawang Putih	4
2.2 Sistem Pendukung Keputusan Spasial (SPKS) INA Agro-GARLIC	5
2.3 Kebutuhan Lama Penyinaran pada Bawang Putih	6
2.4 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	7
2.5 Optuna untuk Optimasi <i>Hyperparameter</i> LSTM	10
2.6 Metrik Evaluasi MAE, RMSE, dan R ²	11
METODE	13
3.1 Data Penelitian	13
3.2 Tahapan Penelitian	14
3.3 Evaluasi Model	20
3.4 Lingkungan Pengembangan Sistem	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Data Penelitian	21
4.2 Pra-Pemrosesan Data	21
4.3 Pelatihan Model LSTM dengan Optimasi <i>Hyperparameter</i> Optuna	23
4.4 Evaluasi Hasil Model	27
4.5 Contoh Klasifikasi Hasil Prediksi dalam Kelas Kesesuaian Lahan	30
SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	44

DAFTAR TABEL

1	Bobot penilaian faktor statis dan dinamis	5
2	Glosarium faktor cuaca syarat tumbuh bawang putih	6
3	Perbandingan syarat tumbuh bawang putih dengan kondisi lingkungan di Desa Simego, Pekalongan	13
4	Variabel-variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian	13
5	Contoh bentuk data yang digunakan dalam penelitian	14
6	Skenario model LSTM	19
7	Glosarium faktor lama penyinaran syarat tumbuh bawang putih	19
8	Statistik deskriptif data sebelum penanganan <i>missing value</i>	22
9	Statistik deskriptif data setelah penanganan <i>missing value</i>	22
10	Perbandingan <i>validation loss</i> Optuna dan <i>Grid Search</i> pada LSTM dengan <i>lookback</i> 10 hari	24
11	Perbandingan <i>validation loss</i> Optuna dan <i>Grid Search</i> pada LSTM dengan <i>lookback</i> 30 hari	24
12	Konfigurasi <i>hyperparameter</i> terbaik hasil optimasi Optuna	25
13	Konfigurasi <i>hyperparameter</i> terbaik hasil optimasi <i>Grid Search</i>	25
14	Hasil evaluasi keempat skenario model	27
15	Prediksi lama penyinaran 3 hari ke depan	30

DAFTAR GAMBAR

1	Klasifikasi kelas kesesuaian lahan mengikuti kerangka FAO (1976)	5
2	Arsitektur LSTM (Pyo <i>et al.</i> 2023)	7
3	Tahapan penelitian	15
4	Diagram LSTM pada penelitian	16
5	Contoh imputasi nilai hilang pada suatu variabel	21
6	Detail pembagian data dengan panjang <i>lookback</i> (a) 10 hari (b) 30 hari	23
7	Kurva <i>training</i> dan <i>validation loss</i> pada (a) LSTM-Optuna (<i>lookback</i> 10 hari) (b) LSTM- <i>Grid Search</i> (<i>lookback</i> 10 hari) (c) LSTM-Optuna (<i>lookback</i> 30 hari) (d) LSTM- <i>Grid Search</i> (<i>lookback</i> 30 hari)	26
8	<i>Scatter plot</i> aktual vs prediksi LSTM <i>lookback</i> 10 hari dengan optimasi (a) Optuna dan (b) <i>Grid Search</i>	28
9	<i>Scatter plot</i> aktual vs prediksi LSTM <i>lookback</i> 30 hari dengan optimasi (a) Optuna dan (b) <i>Grid Search</i>	28
10	Aktual vs prediksi pada <i>test set</i> dari model terbaik (LSTM-Optuna dengan <i>lookback</i> 30 hari)	29
11	Prediksi 3 hari ke depan model LSTM-Optuna (<i>lookback</i> 30 hari)	30



DAFTAR LAMPIRAN

1	Contoh perhitungan LSTM sederhana	37
2	Contoh perhitungan TPE sederhana pada Optuna	39
3	Contoh perhitungan <i>Simple Moving Average</i> (SMA)	41
4	Jumlah nilai hilang pada setiap variabel	42
5	Grafik aktual vs prediksi pada <i>test set</i> untuk setiap skenario model	43