

MODEL PREDIKSI CUACA MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING* PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN AGROEKOLOGI KESESUAIAN LAHAN BAWANG PUTIH

INDAH PRADANA KUSUMA



PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul Model Prediksi Cuaca Menggunakan *Deep Learning* pada Sistem Pendukung Keputusan Agroekologi Kesesuaian Lahan Bawang Putih 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Indah Pradana Kusuma
G6501222040

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.



RINGKASAN

INDAH PRADANA KUSUMA. Model Prediksi Cuaca Menggunakan *Deep Learning* pada Sistem Pendukung Keputusan Agroekologi Kesesuaian Lahan Bawang Putih. Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG dan TOTO HARYANTO.

Perubahan iklim berdampak pada sektor pertanian, termasuk terganggunya pola tanam dan produksi bawang putih. Konsumsi bawang putih nasional meningkat 4,24% per tahun (2017–2021), sementara produksi lokal menurun 5,18%, menyebabkan defisit pasokan. Untuk menjawab tantangan ini, sistem INA Agro-GARLIC yang sebelumnya hanya menilai kesesuaian lahan dikembangkan dengan fitur kalender musim tanam berbasis prediksi cuaca menggunakan data *Visual Crossing*. Penelitian ini membangun dan menguji tiga model yaitu LSTM, GRU, dan *Facebook Prophet* dengan pembagian data 80% data latih dan 20% data uji dengan menggunakan data periode tanggal 8 Januari 2019 sampai 8 Januari 2025. Tahapan penelitian dimulai dari *processing data*, dilanjutkan dengan pembuatan model prediksi, serta penerapan metode *prototype* untuk membangun kalender tanam. Hasil menunjukkan bahwa LSTM dan GRU mampu memprediksi parameter cuaca seperti curah hujan dengan baik, ditandai dengan *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Squared Error* (MSE) yang rendah serta nilai R^2 tinggi, yaitu hingga 0,997 di Magetan dan 0,9990 di Lombok Timur. GRU unggul dalam kecepatan dan akurasi, misalnya di Lombok Timur membutuhkan waktu pelatihan 8.205–8.253 detik dengan R^2 sebesar 0,9990, sedangkan LSTM mencapai R^2 sebesar 0,9986. *Facebook Prophet* menunjukkan hasil yang kurang optimal dengan MAE dan MSE tinggi serta R^2 rendah. Model terbaik diintegrasikan ke dalam sistem INA Agro-GARLIC untuk menghasilkan kalender tanam berbasis prediksi cuaca, yang memberikan rekomendasi waktu tanam optimal berdasarkan curah hujan. Sistem ini diharapkan membantu petani mengantisipasi risiko perubahan cuaca sejak awal musim tanam, mengurangi kegagalan panen, dan meningkatkan efisiensi serta produktivitas pertanian bawang putih.

Kata kunci: Bawang putih, *Facebook Prophet*, GRU, Kalender tanam, LSTM,

SUMMARY

INDAH PRADANA KUSUMA. Planting Season Prediction Model Using Deep Learning on The Agroecological Decision Support System for Garlic Land Suitability. Guided by IMAS SUKAESIH SITANGGANG and TOTO HARYANTO.

Climate change has an impact on the agricultural sector, including disruption of planting patterns and garlic production. National garlic consumption increased by 4.24% per year (2017–2021), while local production decreased by 5.18%, causing a supply deficit. To answer this challenge, the INA Agro-GARLIC system, which previously only assessed land suitability, was developed with a planting season calendar feature based on weather prediction using Visual Crossing data. This research builds and tests three models, namely LSTM, GRU, and Facebook Prophet, using a data split of 80% for training and 20% for testing, with data spanning the period from January 8, 2019, to January 8, 2025. The research stages begin with data preprocessing, followed by the development of prediction models, and the application of a prototype method to construct a planting calendar. The results showed that LSTM and GRU were able to predict weather parameters such as Rainfall well, characterized by low Mean Absolute Error (MAE) and Mean Squared Error (MSE) and high R^2 values, which were up to 0.997 in Magetan and 0.9990 in East Lombok. GRU excels in speed and accuracy, for example in East Lombok it takes a training time of 8,205–8,253 seconds with an R^2 of 0.9990, while LSTM reaches R^2 of 0.9986. Facebook Prophet showed suboptimal results with high MAE and MSE and low R^2 . The best models are integrated into the INA Agro-GARLIC system to produce a weather prediction-based planting calendar, which provides optimal planting time recommendations based on Rainfall. This system expected to help farmers weather changes climate risks from the beginning of the growing season, reduce crop failures, and increase the efficiency and productivity of garlic farming.

Keywords: Facebook Prophet, Garlic, GRU, LSTM, Planting calendar.

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 2025
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.

MODEL PREDIKSI CUACA MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING* PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN AGROEKOLOGI KESESUAIAN LAHAN BAWANG PUTIH

INDAH PRADANA KUSUMA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:
Dr. Aziz Kustiyo, S.Si, M.Kom

Judul Tesis : Model Prediksi Cuaca Menggunakan *Deep Learning* pada Sistem Pendukung Keputusan Agroekologi Kesesuaian Lahan Bawang Putih

Nama : Indah Pradana Kusuma

NIM : G6501222040

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si
M.Kom

Pembimbing 2:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom, M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Irman Hermadi, S.Kom., M.S., Ph.D
NIP 19750311 200604 1 009

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan
Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.
NIP. 19660702 199302 1 001

Tanggal Ujian:
25 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



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 Januari 2024 sampai bulan Agustus 2025 ini ialah Model Prediksi Cuaca Menggunakan *Deep Learning* pada Sistem Pendukung Keputusan Agroekologi Kesesuaian Lahan Bawang Putih.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si M.Kom dan Dr. Toto Haryanto, S.Kom, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada para dosen penguji Dr. Aziz Kustiyo, S.Si, M.Kom yang telah memberikan masukan dan saran yang sangat berharga demi penyempurnaan karya ini. Disamping itu, ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada TIM INA Agro-GARLIC yang telah memberikan masukan dan dukungan selama penambahan pembuatan kalender tanam pada SPKS INA Agro-GARLIC. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penghargaan yang tulus penulis tujukan kepada pihak-pihak 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, Agustus 2025

Indah Pradana Kusuma

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bawang Putih	4
2.2 Kalender Musim Tanam Masyarakat Gorontalo	5
2.3 Sistem Pendukung Keputusan Spasial (SPKS) INA Agro <i>Garlic</i>	6
2.4 <i>Long Short-Term Memory</i>	8
2.5 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	12
2.6 <i>Facebook Prophet</i>	15
2.7 <i>Hyperparameter Tuning</i>	15
2.8 Evaluasi Model	16
III METODE	18
3.1 Tahapan Penelitian	18
3.2 <i>Processing Data</i>	19
3.3 Pembuatan Model Prediksi Cuaca	20
3.4 <i>Hyperparameter Tuning</i>	21
3.5 Model <i>Prototype</i>	21
3.6 Lingkungan Pengembangan	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Analisis Data	25
4.2 <i>Preprocessing data</i>	26
4.3 Pemodelan LSTM dan GRU	26
4.4 Pemodelan <i>Facebook Prophet</i>	29
4.5 Analisis Perbandingan Model	30
4.6 Implementasi Kalender Tanam	32
V SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	73



DAFTAR TABEL

1. Glosarium faktor cuaca syarat tumbuh bawang putih	7
2. Data penelitian syarat tumbuh bawang putih	19
3. Model prediksi	20
4. <i>Hyperparameter</i> pada LSTM dan GRU	21
5. <i>Hyperparameter</i> pada <i>FB Prophet</i>	21
6. Kode warna masing-masing kelas musim tanam	22
7. Jumlah <i>Grid</i> masing-masing wilayah	25
8. Nilai Rata-rata untuk seluruh <i>Land Location ID</i>	26
9. Nilai <i>hyperparameter</i> terbaik hasil <i>hyperparameter tuning</i> pada LSTM dan GRU	27
10. Hasil Pemodelan LSTM	27
11. Hasil Pemodelan GRU	27
12. Nilai <i>hyperparameter</i> terbaik hasil <i>hyperparameter tuning</i> pada model <i>FB Prophet</i>	29
13. Hasil pemodelan <i>Facebook Prophet</i>	30
14. Rencana pengembangan dan solusi	33
15. <i>Use Case description</i>	34
16. Hasil pengujian menggunakan <i>black box testing</i>	36
17. Umpan balik hasil pengujian	37
18. Daftar <i>endpoint</i>	37

DAFTAR GAMBAR

1 Kalender Musim Tanam Masyarakat Gorontalo (Dako 2017)	5
2 Sistem informasi INA Agro-GARLIC (Sitanggang <i>et al.</i> 2023)	6
3 Struktur klasifikasi kelas kesesuaian lahan mengikuti kerangka FAO (1976) (Sitanggang <i>et al.</i> 2023)	7
4 Struktur jaringan LSTM (Olah 2015)	9
5 <i>Memory cell</i> LSTM (Olah 2015)	9
6 Arsitektur <i>forget gate</i> (Olah 2015)	10
7 Arsitektur <i>input gate</i> (Hochreiter dan Schmidhuber 1997)	10
8 Proses memperbarui status sel (Olah 2015)	11
9 Arsitektur <i>output gate</i> (Olah 2015)	11
10 Arsitektur GRU (Mohsen 2023)	13
11 Tahapan penelitian	18
12 Peta Grid curah hujan INA SPKS INA Agro-GARLIC	25
13 Hasil pemodelan Kabupaten Magetan menggunakan LSTM (a) <i>rainfall</i> (b) <i>solar radiation</i> (c) <i>temperature</i>	28
14 Hasil pemodelan Kabupaten Karanganyar menggunakan GRU (a) <i>rainfall</i> (b) <i>solar radiation</i> (c) <i>temperature</i>	28
15 Hasil pemodelan Kabupaten Lombok Timur menggunakan <i>Facebook Prophet</i> (a) <i>Rainfall</i> (b) <i>Solar radiation</i> (c) <i>Temperature</i>	30
16 Ringkasan perbandingan hasil evaluasi model	32
17 <i>Use Case</i> kalender tanam INA Agro-GARLIC	33
18 <i>User activity diagram</i> kalender tanam INA Agro-GARLIC	34
19 Perancangan kalender tanam INA Agro Garlic	35



20 Implementasi kalender musim tanam	35
21 Tampilan kalender musim tanam	36
22 Struktur input JSON untuk <i>endpoint /train</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

1 Data <i>Visual Crossing</i>	46
2 Statistik deskriptif data	47
3 Analisis data <i>timeseries</i>	48
4 Hasil pelatihan model LSTM, GRU dan <i>Facebook Prophet</i>	52
5 Visualisasi hasil prediksi dan peramalan untuk model LSTM, GRU dan <i>Facebook Prophet</i>	60



@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.