

PENERAPAN *LOGISTIC REGRESSION* SEBAGAI *META-LEARNER* DALAM
ENSEMBLE STACKING MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
(CNN) UNTUK DETEKSI PENYAKIT TANAMAN PADI



SKRIPSI

Ghozian Zidqi

2103040064

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : **Ghozian Zidqi**

NIM : **2103040064**

Program Studi : **Teknik Informatika**

Fakultas : **Teknik dan Sains**

Perguruan Tinggi : **Universitas Muhammadiyah Purwokerto**

Judul : **Penerapan Logistic Regression Sebagai Meta-learner**

Dalam Ensemble Stacking Model Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Deteksi Penyakit Tanaman Padi

telah diterima dan disetujui
Purwokerto, 30 Juli 2025

PEMBIMBING



Dr. Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom

NIK. 2100332

HALAMAN PENGESAHAN

Skrripsi yang diajukan oleh:

Nama : Ghozian Zidqi
NIM : 2103040064

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknik dan Sains

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul : Penerapan *Logistic Regression* Sebagai *Meta-learner*

Dalam *Ensemble Stacking* Model *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Deteksi Penyakit Tanaman Padi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 (Pembimbing) : Dr. Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom ()

Penguji 2 : Maulida Ayu Fitriani, S.Kom., M.Cs ()

Penguji 3 : Elindra Ambar P, S.Kom., M.Kom ()

Ditetapkan di : Purwokerto

Tanggal : 30 Juli 2025

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Dr. T. P. IsRahar, S.T., M.T., IPM.

NIK. 2160207



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ghozian Zidqi
NIM : 2103040064
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta bukan hasil penjiplakan dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila kelak di kemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Purwokerto, 30 Juli 2025
Yang membuat pernyataan



Ghozian Zidqi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ghozian Zidqi
NIM : 2103040064
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*) kepada Universitas Muhammadiyah Purwokerto atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Penerapan *Logistic Regression* Sebagai *Meta-Learner* dalam *Ensemble Stacking* Model Convolutional Neural Network (CNN) untuk Deteksi Penyakit Tanaman Padi

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Purwokerto berhak menyimpan, mengalihmedia/mengalihinformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Purwokerto
Pada tanggal : 30 Juli 2025
Yang menandatangani

Ghozian Zidqi



ABSTRAK

Tanaman padi (*Oryza sativa*) merupakan komoditas utama dalam sektor pertanian yang memegang peranan penting dalam ketahanan pangan nasional. Namun, serangan penyakit seperti hawar daun, blast, tungro, dan bercak coklat menjadi ancaman serius yang dapat menyebabkan penurunan produktivitas hingga gagal panen. Identifikasi dini dan akurat terhadap penyakit ini sangat penting untuk mencegah kerugian yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi penyakit padi berbasis citra digital menggunakan pendekatan deep learning, khususnya arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), dan ditingkatkan menggunakan metode ensemble stacking dengan *logistic regression* sebagai *meta-learner*. Dalam penelitian ini, dikembangkan empat model CNN sebagai base learner dengan variasi ukuran konvolusi (3×3 , 5×5 , 7×7 , dan 9×9). Dataset citra daun padi diklasifikasikan ke dalam empat kelas penyakit dan dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kombinasi keempat model CNN yaitu (CNN_1, CNN_2, CNN_3, dan CNN_4) dalam skema ensemble stacking mampu menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 95,59%, mengungguli kinerja masing-masing model individu. Model terbaik kemudian diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web yang mampu melakukan deteksi penyakit secara otomatis dari citra daun padi. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pertanian cerdas berbasis kecerdasan buatan, yang dapat membantu petani dalam mengenali penyakit tanaman lebih cepat dan akurat.

Kata kunci: penyakit tanaman padi, *convolutional neural network*, *ensemble stacking*, *logistic regression*

ABSTRACT

Rice (Oryza sativa) is a major agricultural commodity and plays a vital role in national food security. However, diseases such as leaf blight, blast, tungro, and brown spot pose serious threats that can lead to significant yield reduction or crop failure. Early and accurate identification of these diseases is crucial to prevent greater losses. This study aims to develop a rice plant disease classification model based on digital leaf images using a deep learning approach, specifically Convolutional Neural Network (CNN) architectures, enhanced through an ensemble stacking method with logistic regression as the meta-learner. Four CNN models were developed as base learners, each employing different convolution kernel sizes (33, 55, 77, and 99). The leaf image dataset was categorized into four disease classes and evaluated using performance metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. Experimental results demonstrate that the ensemble stacking of the four CNN models (CNN_1, CNN_2, CNN_3, and CNN_4) achieved the highest accuracy of 95.59%, outperforming the individual CNN models. The best-performing model was then deployed in a web-based application capable of automatically detecting rice plant diseases from leaf images. This research contributes to the development of intelligent agriculture systems based on artificial intelligence, providing farmers with an effective tool for faster and more accurate plant disease recognition.

Keywords: rice plant disease, convolutional neural network, ensemble stacking, logistic regression.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dengan judul “Penerapan *Logistic Regression* Sebagai *Meta-learner* dalam *Ensemble Stacking* Model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk Deteksi Penyakit Tanaman Padi” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi penyakit tanaman padi menggunakan pendekatan *ensemble stacking* dengan *Logistic Regression* sebagai *meta-learner* dan *Convolutional Neural Network (CNN)* sebagai *base learner*. Harapan besar dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan produktivitas pertanian, khususnya dalam mitigasi penyebaran penyakit pada tanaman padi di Indonesia.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sobari Muadin dan Ibu Chotimah, serta seluruh keluarga besar yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan moral dan material, doa, serta kasih sayang kepada penulis.
2. Ibu Dr. Hindayati Mustafidah, S.Si., M.Kom., selaku Pembimbing Skripsi, atas kesabaran, arahan, masukan, ilmu, dan motivasi yang tak henti-hentinya diberikan dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
3. Teman-teman dari Universitas Muhammadiyah Purwokerto atas kebersamaan, semangat, dan dukungan selama masa perkuliahan.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam bentuk apapun selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi

kesempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi penulis dan pembaca.

Purwokerto, 31 Juli 2025

Ghozian Zidqi



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	0..... xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
A. Hasil Penelitian Terdahulu	4
B. Landasan Teori	10
1. Tanaman Padi.....	10
2. <i>Machine Learning</i> (ML)	13
3. <i>Computer Vision</i>	14
4. Citra Digital.....	14
5. <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	14
6. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	15
7. Ensemble Stacking.....	23
8. Confusion Matrix	23
9. <i>Logistic Regression</i>	25

BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Jenis Penelitian.....	26
B. Variabel Penelitian.....	26
C. Data Penelitian.....	26
D. Alur Pengembangan Sistem	26
1. Pre-processing Dataset	28
2. Training Model CNN	28
3. Implementasi Ensemble Stacking	31
4. Evaluasi Model.....	32
5. Pengujian Model pada Sistem.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Data Penelitian	33
B. Hasil Implementasi.....	33
1. Preprocessing Data.....	33
2. Split Data.....	35
3. Training Model CNN	35
4. Implementasi Metode <i>Ensemble Stacking</i>	45
C. Evaluasi Model.....	47
1. Evaluasi Setiap Model.....	47
2. Perbandingan Evaluasi Model.....	74
D. Pengujian Model	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu terkait CNN	4
Tabel 4.1 Jumlah dataset <i>train, validation, dan test</i>	33
Tabel 4.2 Perbandingan akurasi dan waktu pelatihan <i>ensemble stacking</i>	46
Tabel 4.3 <i>Precision, recall, F1-score</i> model CNN_1	48
Tabel 4.4 <i>Precision, recall, F1-score</i> model CNN_2.....	49
Tabel 4.5 <i>Precision, recall, F1-score</i> model CNN_3.....	51
Tabel 4.6 <i>Precision, recall, F1-score</i> model CNN_4.....	52
Tabel 4.7 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2.....	54
Tabel 4.8 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-3.....	56
Tabel 4.9 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-4.....	58
Tabel 4.10 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_2-3.....	60
Tabel 4.11 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_2-4.....	62
Tabel 4.12 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_3-4.....	64
Tabel 4.13 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2-3	66
Tabel 4.14 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2-4	68
Tabel 4.15 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-3-4	70
Tabel 4.16 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_2-3-4	72
Tabel 4.17 <i>Precision, recall, F1-score</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2-3-4.....	74
Tabel 4. 18 Perbandingan nilai matrik setiap model.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyakit daun blast.....	11
Gambar 2.2 Penyakit daun hawar daun.....	11
Gambar 2.3 Penyakit daun tungro.....	12
Gambar 2.4 Penyakit daun bercak coklat.....	13
Gambar 2.5 Jaringan syaraf pada manusia.....	15
Gambar 2.6 <i>Convolutional neural network</i>	16
Gambar 2.7 Operasi konvolusi pada citra <i>grayscale</i>	18
Gambar 2.8 Operasi konvolusi pada citra RGB.....	18
Gambar 2.9 Operasi konvolusi citra RGB lapisan lebih dari satu	19
Gambar 2.10 Grafik aktivasi ReLU	20
Gambar 2.11 Operasi <i>pooling</i>	21
Gambar 2.12 Ilustrasi operasi <i>flatten</i>	22
Gambar 2.13 <i>Fully connected layer</i>	22
Gambar 2.14 Tahapan metode <i>ensemble stacking</i>	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> pengembangan sistem.....	27
Gambar 3.2 Arsitektur <i>convolution neural network</i>	28
Gambar 3.3 Ilustrasi penerapan konvolusi ukuran 3×3	29
Gambar 3.4 Ilustrasi penerapan konvolusi ukuran 5×5	29
Gambar 3.5 Ilustrasi penerapan konvolusi ukuran 7×7	30
Gambar 3.6 Ilustrasi penerapan konvolusi ukuran 9×9	30
Gambar 3.7 Ilustrasi penerapan lapisan konvolusi pada gambar.....	31
Gambar 3.8 Penerapan metode <i>ensemble stacking</i>	32
Gambar 4.1 Arsitektur model CNN_1	36
Gambar 4.2 <i>Training</i> model CNN_1.....	36
Gambar 4.3 Akurasi model CNN_1	37
Gambar 4.4 Arsitektur model CNN_2	38
Gambar 4.5 <i>Training</i> model CNN_2.....	39
Gambar 4.6 Akurasi model CNN_2.....	40

Gambar 4. 7 Arsitektur model CNN_3	41
Gambar 4.8 Training model CNN_3.....	41
Gambar 4.9 Akurasi model CNN_3	42
Gambar 4.10 Arsitektur model CNN_4	43
Gambar 4.11 <i>Training</i> model CNN_4.....	43
Gambar 4.12 Akurasi model CNN_4.....	44
Gambar 4.13 <i>Confusion matrix</i> model CNN_1.....	47
Gambar 4.14 <i>Confusion matrix</i> model CNN_2.....	49
Gambar 4. 15 <i>confusion matrix</i> model CNN_3	50
Gambar 4.16 <i>Confusion matrix</i> model CNN_4.....	51
Gambar 4.17 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2	53
Gambar 4.18 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-3	55
Gambar 4.19 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-4	57
Gambar 4.20 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_2-3	59
Gambar 4.21 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_2-4	61
Gambar 4.22 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_3-4	63
Gambar 4.23 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2-3.....	65
Gambar 4.24 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2-4.....	67
Gambar 4.25 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-3-4.....	69
Gambar 4.26 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_2-3-4.....	71
Gambar 4.27 <i>Confusion matrix</i> model <i>ensemble</i> CNN_1-2-3-4.....	73
Gambar 4.28 Perbandingan nilai <i>precision</i> setiap model.....	74
Gambar 4.29 Perbandingan nilai <i>recall</i> setiap model	75
Gambar 4.30 Perbandingan nilai <i>F1-score</i> setiap model	76
Gambar 4.31 Perbandingan nilai <i>accuracy</i> setiap model.....	76
Gambar 4.32 Hasil pengujian pada sistem untuk kelas hawar daun	78
Gambar 4.33 Hasil pengujian pada sistem untuk kelas bercak coklat	79
Gambar 4.34 Hasil pengujian pada sistem untuk kelas blast.....	79
Gambar 4.35 Hasil pengujian pada sistem untuk kelas tungro	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran.1 <i>Training model convvolutional neural network (CNN) 1</i>	85
Lampiran.2 <i>Training model convvolutional neural network (CNN) 2</i>	85
Lampiran.3 <i>Training model convvolutional neural network (CNN) 3</i>	86
Lampiran.4 <i>Training model convvolutional neural network (CNN) 4</i>	86

