



SKRIPSI

**HIBRIDA *EFFICIENTNETB4* DAN *VISION*
TRANSFORMER UNTUK KLASIFIKASI
PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN
CITRA DAUN**

REZA PUTRI ANGGA
NPM 22083010006

DOSEN PEMBIMBING

Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN


**HIBRIDA *EFFICIENTNETB4* DAN *VISION TRANSFORMER* UNTUK
KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN CITRA
DAUN**

Oleh:
REZA PUTRI ANGGA
NPM. 222083010006


Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 21 April 2026:

Menyetujui,

Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19860825 202121 1 003


..... (Pembimbing I)


Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.
NIP. 19990606 202406 1 001


..... (Pembimbing II)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
NIP. 19830310 202121 1 006

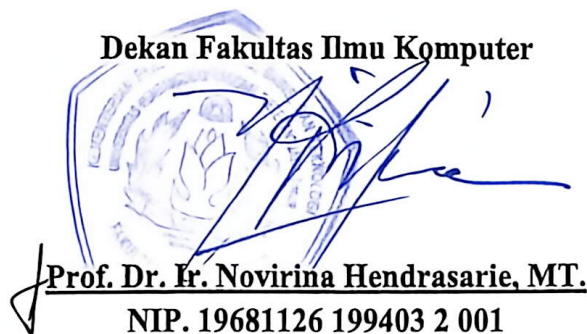

..... (Ketua Penguji)

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002


..... (Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**HIBRIDA *EFFICIENTNETB4* DAN *VISION TRANSFORMER* UNTUK
KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN CITRA
DAUN**

Oleh:
REZA PUTRI ANGGA
NPM. 22083010006

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Reza Putri Angga
NPM : 22083010006
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 07 Mei 2026
Yang Membuat Pernyataan,



REZA PUTRI ANGGA
NPM. 22083010006

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Reza Putri Angga / 22083010006
Judul Skripsi : Hibrida *EfficientNetB4* dan *Vision Transformer* Untuk Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Citra Daun
Dosen Pembimbing : 1. Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
2. Alfian Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.

Tanaman cabai (*Capsicum Annuum L.*) merupakan komoditas dengan tingkat konsumsi tinggi di Indonesia. Namun, produktivitasnya sering mengalami penurunan akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang ditandai dengan perubahan visual pada daun. Identifikasi penyakit secara manual seringkali sulit dilakukan karena kemiripan gejala antar kategori penyakit dan keterbatasan akses terhadap tenaga penyuluh pertanian. Penelitian ini mengusulkan metode hibrida *EfficientNetB4* dan *Vision Transformer* untuk mengklasifikasikan penyakit tanaman cabai menggunakan citra daun. *EfficientNetB4* berperan dalam mengekstraksi fitur lokal dan *Vision Transformer* berperan dalam memodelkan hubungan global antar fitur, sehingga menghasilkan representasi fitur yang lebih komprehensif. Dataset yang dipergunakan terdiri atas 5.600 data yang mencakup 4.000 data sekunder dan 1.600 data primer dengan tiga kategori penyakit, yaitu *yellowish*, *curl leaf*, *spot leaf* serta satu kategori sehat, yaitu *healthy*. Penelitian tidak hanya berfokus pada peningkatan akurasi klasifikasi, tetapi juga mengevaluasi kemampuan generalisasi dan ketahanan model terhadap variasi data melalui lima skenario pengujian berbasis kombinasi data sekunder dan data primer. Skenario *baseline* menghasilkan akurasi sebesar 98,25%, namun menurun menjadi 82% pada skenario satu ketika model diuji menggunakan 100% data primer tanpa pelatihan ulang, mengkonfirmasi adanya *domain shift* antara kedua sumber data. Penambahan data primer secara bertahap terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan generalisasi model, dengan skenario dua menghasilkan akurasi 99,07%, skenario tiga 99,17%, dan skenario empat 98,67%. Meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik, skenario tiga menunjukkan hasil terbaik dengan metrik evaluasi tertinggi dan jumlah kesalahan terendah. Selanjutnya, diintegrasikan ke dalam *platform website* bernama BotaniQ, yang menyediakan hasil klasifikasi penyakit tanaman cabai beserta informasi gejala dan rekomendasi solusi organik.

Kata Kunci: *Cabai, EfficientNetB4, Penyakit Tanaman, Vision Transformer*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Reza Putri Angga / 22083010006
Undergraduate thesis title : *Hybrid EfficientNetB4 and Vision Transformer For Chili Plant Disease Classification Using Leaf Images*
Advisors : 1. *Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.*
2. *Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom.*

Chili pepper (Capsicum annum L.) is a commodity with a high consumption rate in Indonesia. However, its productivity often declines due to plant pests and diseases (PPDs), which are indicated by visual changes in the leaves. Manual disease identification is often difficult due to the similarity of symptoms across disease categories and limited access to agricultural extension workers. This study proposes a hybrid method combining EfficientNetB4 and Vision Transformer (ViT) to classify chili plant diseases using leaf images. EfficientNetB4 is used to extract local features, while Vision Transformer models global relationships between features to produce more comprehensive feature representations. The dataset consists of 5,600 images, including 4,000 secondary and 1,600 primary data, covering three disease categories, yellowish, curl leaf, spot leaf and one healthy category, healthy. This study evaluates the model's generalization ability across five testing scenarios based on combinations of secondary and primary data. The baseline scenario achieved 98.25% accuracy but decreased to 82% when tested using 100% primary data without retraining, indicating a domain shift. The gradual addition of primary data improved model performance, with accuracies of 99.07% in scenario two, 99.17% in scenario three, and 98.67% in scenario four. Although the differences are not statistically significant, scenario three shows the best numerical performance with the highest evaluation metrics and lowest error rate. The model is implemented in a web-based platform called BotaniQ using Flask, enabling disease classification along with symptom information and organic treatment recommendations.

Keywords: *Chili Pepper, EfficientNetB4, Plant Disease, Vision Transformer*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Hibrida *EfficientNetB4* dan *Vision Transformer* Untuk Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Citra Daun”** dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, arahan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU., ASEAN Eng., selaku Koordinator Program Studi Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, masukan, dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan buku skripsi.
5. Bapak Alfian Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr.Kom, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukan, dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan buku skripsi.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen program studi Sains Data Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan arahan kepada penulis selama proses perkuliahan.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis dalam setiap proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman terdekat yang tidak dapat penulis sebutkan satu per-satu atas segala bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan komitmen dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak diharapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Surabaya 07 Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	8
1.3. Batasan Masalah.....	8
1.4. Tujuan Penelitian	9
1.5. Manfaat Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Penelitian Terdahulu	11
2.2. Kerangka Teori.....	18
2.2.1. Tanaman Cabai (<i>Capsicum Annuum L.</i>)	18
2.2.2. Solusi Organik Dalam Pertanian.....	20
2.2.3. <i>Deep Learning</i>	21
2.2.4. <i>Convolutional Neural Network</i> Arsitektur <i>EfficientNetB4</i>	33
2.2.5. Arsitektur <i>Vision Transformer</i> (ViT).....	38
2.2.6. Mekanisme Metode Hibrida CNN-ViT	41
2.2.7. Evaluasi Model.....	46
2.2.8. Uji Signifikansi Statistik McNemar's	48

2.2.9.	Flask.....	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		53
3.1.	Jenis Variabel dan Sumber Data.....	53
3.1.1.	Data Citra Daun Tanaman Cabai.....	53
3.1.2.	Data Solusi Organik.....	56
3.2.	Langkah Analisis	57
3.2.1.	Pengumpulan Data.....	59
3.2.2.	Eksplorasi Data.....	60
3.2.3.	Pembagian Data	61
3.2.4.	Persiapan Data	64
3.2.5.	Pemodelan Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	66
3.2.6.	Pengujian Signifikansi Statistik Menggunakan Uji McNemar's...	81
3.2.7.	<i>Deployment</i> Model Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	82
3.3.	Desain Sistem	83
3.3.1.	Alur Sistem BotaniQ	83
3.3.2.	Basis Data BotaniQ	85
3.3.3.	Rancangan <i>Graphical User Interface (GUI)</i> BotaniQ	86
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		95
4.1.	Pengumpulan dan Persiapan Data	95
4.1.1.	Pengumpulan Data.....	95
4.1.2.	Eksplorasi Data.....	97
4.1.3.	Pembagian Data Pada Setiap Skenario Pengujian.....	102
4.1.4.	Persiapan Data	106
4.2.	Implementasi Model Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	109
4.3.	Hasil Pemodelan Pada Setiap Skenario	117
4.3.1.	Hasil Pemodelan Skenario <i>Baseline</i>	117
4.3.2.	Hasil Pemodelan Skenario 1	120
4.3.3.	Hasil Pemodelan Skenario 2.....	123
4.3.4.	Hasil Pemodelan Skenario 3.....	126
4.3.5.	Hasil Pemodelan Skenario 4.....	129
4.4.	Analisis Perbandingan Hasil dan Evaluasi Pemodelan	133

4.4.1.	Analisis Perbandingan Hasil Antar Skenario	134
4.4.2.	Analisis Uji Signifikansi Statistik McNemar's Antar Skenario..	137
4.4.3.	Analisis Evaluasi Model Antar Skenario	139
4.4.4.	Analisis Perbandingan Hasil Dengan Penelitian Terdahulu	144
4.5.	Implementasi Sistem <i>Website</i> BotaniQ	146
4.5.1.	Implementasi <i>Website</i> BotaniQ Sebelum Register dan <i>Login</i>	146
4.5.2.	Implementasi <i>Website</i> BotaniQ Peran Pengguna	149
4.5.3.	Implementasi <i>Website</i> BotaniQ Peran Admin	154
BAB V PENUTUP		157
5.1.	Kesimpulan	157
5.2.	Saran Pengembangan	159
DAFTAR PUSTAKA		161
LAMPIRAN.....		167

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	22
Gambar 2.2. Fungsi Aktivasi Sigmoid	24
Gambar 2.3. Fungsi Aktivasi Tanh.....	25
Gambar 2.4. Fungsi Aktivasi ReLU	25
Gambar 2.5. Fungsi Aktivasi GELU	26
Gambar 2.6. Fungsi Aktivasi Softmax	27
Gambar 2.7. Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	33
Gambar 2.8. <i>Convolutional Layer</i>	34
Gambar 2.9. <i>Activation Function Layer</i>	34
Gambar 2.10. <i>Pooling Layer</i>	35
Gambar 2.11. <i>Flattening Layer</i>	35
Gambar 2.12. <i>Fully Connected Layer</i>	36
Gambar 2.13. Arsitektur <i>EfficientNetB4</i>	37
Gambar 2.14. Arsitektur <i>Vision Transformer</i> (ViT).....	39
Gambar 2.15. Alur Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	42
Gambar 3.1. Data Citra Daun Primer Tanaman Cabai	55
Gambar 3.2. Data Citra Daun Sekunder Tanaman Cabai.....	56
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian.....	58
Gambar 3.4. Alur Pengumpulan Data	59
Gambar 3.5. Alur Eksplorasi Data.....	60
Gambar 3.6. Alur Pembagian Data.....	62
Gambar 3.7. Alur Persiapan Data	65
Gambar 3.8. Alur Pemodelan Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	67
Gambar 3.9. Proses Ekstraksi Fitur <i>EfficientNetB4</i>	69
Gambar 3.10. Proses Transformasi <i>Feature Map</i> Ke Token Representasi	70
Gambar 3.11. Proses Pemodelan Hubungan Global Menggunakan ViT	73
Gambar 3.12. Alur <i>Website</i> BotaniQ.....	84
Gambar 3.13. Rancangan GUI Beranda	86
Gambar 3.14. Rancangan GUI Tentang BotaniQ.....	87

Gambar 3.15. Rancangan GUI Registrasi.....	87
Gambar 3.16. Rancangan GUI <i>Login</i>	88
Gambar 3.17. Rancangan GUI Beranda Pengguna.....	88
Gambar 3.18. Rancangan GUI Deteksi Penyakit.....	89
Gambar 3.19. Rancangan GUI Hasil Deteksi Penyakit	89
Gambar 3.20. Rancangan GUI Gejala Penyakit	90
Gambar 3.21. Rancangan GUI Rekomendasi Solusi Organik.....	90
Gambar 3.22. Rancangan GUI Riwayat Deteksi	91
Gambar 3.23. Rancangan GUI Edukasi Budidaya.....	91
Gambar 3.24. Rancangan GUI Beranda Admin	92
Gambar 3.25. Rancangan GUI Riwayat Deteksi Admin	92
Gambar 3. 26. Rancangan GUI Kelola Edukasi	93
Gambar 3. 27. Rancangan GUI <i>Dashboard</i> Analisis.....	93
Gambar 4.1. Visualisasi Proporsi Data Sekunder	95
Gambar 4.2. Visualisasi Proporsi Data Primer	96
Gambar 4.3. Visualisasi Proporsi Total Data Penelitian.....	96
Gambar 4.4. Pratinjau Data Sekunder dan Data Primer	99
Gambar 4.5. Distribusi Karakteristik Data.....	101
Gambar 4.6. Visualisasi Pembagian Data Tahap Pertama.....	103
Gambar 4.7. Visualisasi Jumlah Data Pada Setiap Skenario	104
Gambar 4.8. Visualisasi Pengubahan Ukuran Data	107
Gambar 4.9. Visualisasi Augmentasi Data	108
Gambar 4.10. Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pemodelan Skenario <i>Baseline</i>	118
Gambar 4.11. <i>Confusion Matrix</i> Pemodelan Skenario <i>Baseline</i>	119
Gambar 4.12. <i>Confusion Matrix</i> Pemodelan Skenario 1	121
Gambar 4.13. Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pemodelan Skenario 2.....	124
Gambar 4.14. <i>Confusion Matrix</i> Pemodelan Skenario 2	125
Gambar 4.15. Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pemodelan Skenario 3.....	127
Gambar 4.16. <i>Confusion Matrix</i> Pemodelan Skenario 3	128
Gambar 4.17. Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pemodelan Skenario 4.....	131
Gambar 4.18. <i>Confusion Matrix</i> Pemodelan Skenario 4	132

Gambar 4.19. Implementasi Halaman Beranda Awal	147
Gambar 4.20. Implementasi Halaman Tentang BotaniQ	147
Gambar 4.21. Implementasi Halaman Registrasi	148
Gambar 4.22. Implementasi Halaman <i>Login</i>	148
Gambar 4.23. Implementasi Halaman Deteksi Penyakit.....	149
Gambar 4.24. Implementasi Unggah Data Citra Daun.....	150
Gambar 4.25. Implementasi Halaman Hasil Klasifikasi	150
Gambar 4.26. Implementasi Halaman Gejala Penyakit.....	151
Gambar 4.27. Implementasi Halaman Rekomendasi Penanganan 1	151
Gambar 4.28. Implementasi Halaman Rekomendasi Penanganan 2	152
Gambar 4.29. Implementasi Halaman Rekomendasi Penanganan 3	152
Gambar 4.30. Implementasi Halaman Riwayat Deteksi.....	153
Gambar 4.31. Implementasi Halaman Edukasi Berita	153
Gambar 4.32. Implementasi Halaman Riwayat Deteksi Admin	154
Gambar 4.33. Implementasi Halaman Kelola Edukasi.....	155
Gambar 4.34. Implementasi Halaman <i>Dashboard</i> Analisis	155

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 2.2. Confusion Matrix	46
Tabel 2.3. Tabel Uji McNemar's	49
Tabel 3.1. Struktur Data Penelitian	53
Tabel 3.2. Spesifikasi Perangkat dan Pengambilan Data Citra	54
Tabel 3.3. Kategori Kondisi dan Distribusi Data Tanaman Cabai	55
Tabel 3.4. Data Solusi Organik	57
Tabel 3.5. Pembagian Data Primer dan Data Sekunder	62
Tabel 3.6. Skenario Pengujian Reliabilitas dan Generalisasi Model.....	63
Tabel 3.7. Jumlah Data Setiap Subset Untuk Setiap Skenario	64
Tabel 3.8. Parameter Umum.....	66
Tabel 3.9. Parameter Pemodelan Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	68
Tabel 3.10. Parameter Agregasi dan Klasifikasi	77
Tabel 3.11. Konfigurasi <i>Callback</i> Pelatihan.....	78
Tabel 3.12. Konfigurasi Pelatihan Model.....	79
Tabel 4.1. Analisis Ukuran Data	97
Tabel 4.2. Analisis Karakteristik Data Citra	100
Tabel 4.3. Verifikasi Hasil Pembagian Data	106
Tabel 4.4. Model <i>Summary</i> Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	115
Tabel 4.5. Iterasi Pemodelan Skenario <i>Baseline</i>	118
Tabel 4.6. Evaluasi Pemodelan <i>Baseline</i>	120
Tabel 4.7. Evaluasi Pemodelan Skenario 1	122
Tabel 4.8. Iterasi Pemodelan Skenario 2	123
Tabel 4.9. Evaluasi Pemodelan Skenario 2	125
Tabel 4.10. Iterasi Pemodelan Skenario 3	127
Tabel 4.11. Evaluasi Pemodelan Skenario 3	129
Tabel 4.12. Iterasi Pemodelan Skenario 4	130
Tabel 4.13. Evaluasi Pemodelan Skenario 4	132
Tabel 4.14. Komparasi Hasil Pemodelan Pada Setiap Skenario Pengujian	134

Tabel 4.15. Hasil Pengujian Menggunakan 100% Data Primer	135
Tabel 4.16. Hasil Uji McNemar's	138
Tabel 4.17. Ringkasan Metrik Antar Skenario	139
Tabel 4.18. Jumlah Error Setiap Kategori & Setiap Skenario	141
Tabel 4.19. Perbandingan Klasifikasi Benar Skenario 3 Ke Skenario Lain	143
Tabel 4.20. Komparasi Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu.....	145

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Bebas Plagiasi.....	167
Lampiran 2. <i>Letter of Acceptance</i> (LoA) Jurnal Publikasi.....	168
Lampiran 3. Surat Pengantar Fakultas	169
Lampiran 4. Surat Perizinan Penelitian Dinas Pertanian Kabupaten Blora	170
Lampiran 5. Dataset Citra Daun Tanaman Cabai.....	171
Lampiran 6. Kode Script Modelling Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	171
Lampiran 7. Kode Script <i>Graphical User Interface</i> (GUI) BotaniQ	172
Lampiran 8. Perhitungan Manual Hibrida <i>EfficientNetB4-ViT</i>	172
Lampiran 9. Dokumentasi Pengambilan Data dan Diskusi Pihak Terkait	173

DAFTAR NOTASI

$\sigma(x)$: Nilai fungsi aktivasi
x	: Nilai <i>input</i>
e	: Bilangan eksponensial 2.718
ϕ	: Fungsi distribusi kumulatif
n	: Jumlah data
K	: Jumlah kategori
y_i	: Nilai aktual data ke- i
\hat{y}_i	: Nilai prediksi data ke- i
$y_{i,k}$: Nilai aktual kelas ke- i
$\hat{y}_{i,k}$: Nilai probabilitas prediksi data ke- i
x_i	: Nilai <i>output</i> neuron ke- i
f	: Fungsi <i>loss</i>
q	: <i>Output layer</i>
w	: Parameter bobot model
η	: <i>Learning rate</i>
$\nabla J(w)$: Gradien terhadap bobot
$\nabla J(w; x^i, y^i)$: Gradien terhadap bobot j untuk data ke- i
$\nabla J(w; x^{(i:i'+n)}, y^{(i:i+n)})$: Gradien terhadap bobot j untuk <i>mini batch</i> data ke- i hingga $i+n$
v	: <i>Velocity</i> arah dan langkah
β	: Faktor momentum
m	: Gradien rata-rata
d	: Kedalaman
w	: Lebar
r	: Resolusi
α, β, γ	: Faktor penskalaan untuk setiap dimensi
φ	: Koefisien gabungan penerapan skala
X_p	: Data <i>input</i> setelah transformasi

H	: Tinggi data <i>input</i>
W	: Lebar data <i>input</i>
C	: Jumlah <i>channel</i> data <i>input</i>
P	: Ukuran <i>patch</i>
N	: Jumlah <i>patch</i>
$x'_{i,k}$: Nilai <i>input</i> vektor
μ^i	: Rata-rata nilai <i>input</i> vektor
σ_i^2	: Standar deviasi nilai <i>input</i> vektor
\in	: Denominator
W^Q, W^K, W^V	: Matriks bobot
Q	: Hasil proyeksi <i>input</i> ke <i>query</i>
K	: Hasil proyeksi <i>input</i> ke <i>key</i>
V	: Hasil proyeksi <i>input</i> ke <i>value</i>
d_k	: Dimensi <i>key</i>
W^o	: Matriks bobot <i>input</i>
A	: Benar oleh kedua model
B	: Benar oleh model pertama, salah oleh model kedua
C	: Benar oleh model kedua, salah oleh model pertama
D	: Salah oleh kedua model
F	: <i>Feature map</i>
F'	: <i>Feature map</i> hasil proyeksi
\hat{T}	: Token normalisasi
T_1	: Representasi token setelah <i>self-attention</i>
\hat{T}_1	: Token hasil normalisasi kedua
W_1, W_2	: Matriks bobot
b_1, b_2	: Bias
T_2	: Representasi token akhir