



## **SKRIPSI**

# **PERBANDINGAN ARSITEKTUR RESNET50 DAN EFFICIENTNETB0 PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN PADI DENGAN 5 OPTIMIZER**

**MUCHAMMAD SYAMSU HUDA**  
NPM 21081010241

## **DOSEN PEMBIMBING**

Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.  
Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
SURABAYA  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERBANDINGAN ARSITEKTUR RESNET50 DAN EFFICIENTNETB0 PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN PADI DENGAN 5 OPTIMIZER

Oleh

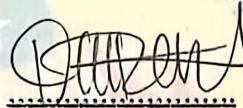
**Muchammad Syamsu Huda**

**NPM 21081010241**

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi  
Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran  
Jawa Timur Pada tanggal 3 Desember 2025

**Henni Endah Wahanani, ST, M.Kom.**

NIP. 19780922 2021212 005



(Pembimbing I)

**Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom.**

NIP. 19820211 202121 2 005



(Pembimbing II)

**Eka Frakarsa Mandvartha, ST, M.Kom.**

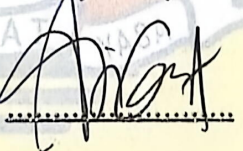
NIP. 19830525 201803 1 001



(Ketua Penguji)

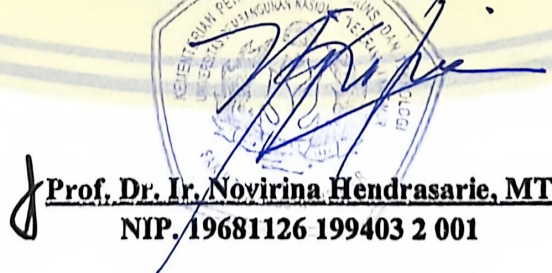
**Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T.**

NIP. 19861008 202121 1 001



(Anggota Penguji)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



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

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERBANDINGAN ARSITEKTUR RESNET50 DAN EFFICIENTNETB0  
PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN PADI DENGAN 5 OPTIMIZER**

**Oleh**

**Muchammad Syamsu Huda**

**NPM 21081010241**



**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Informatika  
Fakultas Ilmu Komputer**

**Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom.**  
**NIP. 19820211 202121 2 005**

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muchammad Syamsu Huda  
NPM : 21081010241  
Program : Sarjana(S1)  
Progran Studi : Informatika  
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi\* 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 dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi 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, 3 Desember 2025

Mahasiswa

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '3000', 'METERAI TEMPEL', and the serial number '145ANX199654197'.

Muchammad Syamsu Huda

21081010241

## ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Muchammad Syamsu Huda / 21081010241  
Judul Skripsi : Perbandingan Arsitektur ResNet50 Dan EfficientNetB0 Pada Klasifikasi Penyakit Daun Padi Dengan 5 Optimizer  
Dosen Pembimbing : 1. Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.  
2. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom.

Penyakit daun padi seperti Bacterial Leaf Blight, Brown Spot, Blast, dan Tungro dapat menurunkan produktivitas tanaman secara signifikan apabila tidak terdeteksi sejak dini. Deteksi manual oleh petani sering mengalami kesalahan karena kemiripan gejala antar penyakit, sehingga diperlukan metode otomatis berbasis pengolahan citra. Penelitian ini membandingkan performa dua arsitektur Convolutional Neural Network, yakni ResNet50 dan EfficientNetB0, dalam mengklasifikasikan empat jenis penyakit daun padi menggunakan dataset Rice Leaf Disease Images dari Kaggle. Lima optimizer—Adam, Nadam, Adamax, SGD, dan RMSprop—diujikan pada masing-masing arsitektur dengan variasi learning rate 0.001 dan 0.0001 serta jumlah epoch 20 dan 30. Proses pelatihan dilakukan menggunakan transfer learning, augmentasi data, dan pembagian dataset pada proporsi 70% pelatihan, 20% validasi, dan 10% pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kombinasi terbaik diperoleh pada model ResNet50 dengan optimizer Adamax, learning rate 0.001, dan 30 epoch, dengan akurasi pengujian sebesar 97% serta performa metrik yang stabil. Model terbaik ini kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi Android (SiPadi), yang memungkinkan pengguna mengunggah citra daun padi untuk memperoleh prediksi penyakit secara otomatis. Penelitian ini membuktikan bahwa pemilihan arsitektur CNN dan optimizer yang tepat sangat mempengaruhi tingkat akurasi dan stabilitas model dalam klasifikasi penyakit daun padi.

**Kata kunci :** ResNet50, EfficientNetB0, Optimizer, Penyakit Daun Padi, CNN, Klasifikasi Citra, Deep Learning.

## ABSTRACT

Student Name / NPM : Muchammad Syamsu Huda / 21081010241  
Thesis Title : Comparison of ResNet50 and EfficientNetB0 Architectures for Rice Leaf Disease Classification Using Five Optimizers  
Advisor : 1. Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.  
2. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom.

Rice leaf diseases such as Bacterial Leaf Blight, Brown Spot, Blast, and Tungro can significantly reduce crop productivity if not detected early. Manual identification by farmers is often inaccurate due to the visual similarity of symptoms among diseases, creating the need for an automated, image-based detection method. This study compares the performance of two Convolutional Neural Network architectures—ResNet50 and EfficientNetB0—in classifying four types of rice leaf diseases using the Rice Leaf Disease Images dataset from Kaggle. Five optimizers—Adam, Nadam, Adamax, SGD, and RMSprop—were evaluated for each architecture with learning rates of 0.001 and 0.0001 and training durations of 20 and 30 epochs. The training process employed transfer learning, data augmentation, and dataset splitting into 70% training, 20% validation, and 10% testing. The evaluation results show that the best performance was achieved by the ResNet50 model combined with the Adamax optimizer, a learning rate of 0.001, and 30 epochs, yielding a test accuracy of 97% with stable metric performance. This best-performing model was then implemented into an Android application (SiPadi), enabling users to upload rice leaf images and obtain automatic disease predictions. The findings demonstrate that selecting an appropriate CNN architecture and optimizer greatly influences model accuracy and stability in rice leaf disease classification.

**Keywords :** ResNet50, EfficientNetB0, Optimizers, Rice Leaf Diseases, CNN, Image Classification, Deep Learning.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Perbandingan Arsitektur ResNet50 Dan EfficientNetB0 Pada Klasifikasi Penyakit Daun Padi Dengan 5 Optimizer”** dapat terselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom. dan Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU. Selaku rektor UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, ST, M.Kom., selaku Dosen penguji 1 atas waktu, tenaga, dan pikiran yang telah diluangkan untuk memberikan masukan, koreksi, dan saran yang sangat membangun demi perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Bapak Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T., Dosen Penguji 2 atas evaluasi kritis, perspektif baru, serta pertanyaan-pertanyaan yang telah mendorong penulis untuk berpikir lebih mendalam dan komprehensif terhadap materi yang dibahas.
6. Ibu Retno Mumpuni, S.Kom, M.Sc., selaku Dosen Wali, yang telah mengarahkan penulis selama perkuliahan dan penelitian ini.
7. Dosen dan Staf Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer yang selama ini sangat berjasa bagi penulis karena telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.

8. Orang tua penulis, bapak Lukman dan ibu Hariroh yang selalu memberikan dukungan moril dan materiil serta doa yang tak pernah putus untuk kesuksesan penulis. Terimakasih atas kesabaran, kasih sayang, dan semangat yang selalu diberikan selama penulis menempuh Pendidikan.
9. Saudara dan Saudari penulis, Moch Rizal Kurniawan dan Anisah Nur Fadhillah, yang selalu memberikan dukungan, perhatian, nasihat, serta motivasi selama penulis menjalani proses perkuliahan. Terima kasih atas semangat dan dorongan positif yang membantu penulis untuk terus maju hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan, Wisnu, Andre, Anwar, Erwin, Faiz, Ilham, Ummah, Nasywa, Raihan, Riza dan semua teman dekat yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas dukungan, tawa, semangat, candaan, dan energi positif yang kalian berikan. Kalian adalah tempat penulis berbagi keluh kesah, yang selalu mengingatkan pentingnya istirahat, dan yang membuat proses ini terasa jauh lebih ringan.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 03 Desember 2025

Muchammad Syamsu Huda

## DAFTAR ISI

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>               | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>             | <b>ii</b>   |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK.....</b>                         | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                       | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                  | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                      | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                  | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                    | <b>xxi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>              | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                   | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                  | 4           |
| 1.3. Batasan Masalah.....                   | 4           |
| 1.4. Tujuan Penelitian.....                 | 4           |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>         | <b>6</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....              | 6           |
| 2.2 Penyakit Daun Padi .....                | 12          |
| 2.3 Pembelajaran Mesin .....                | 15          |
| 2.4 Pengolahan Citra .....                  | 16          |
| 2.5 Citra Digital.....                      | 16          |
| 2.6 Klasifikasi Citra.....                  | 17          |
| 2.7 Jaringan Saraf Tiruan .....             | 17          |
| 2.8 Pembelajaran Mendalam .....             | 18          |
| 2.9 Transfer Learning.....                  | 19          |
| 2.10 Convolutional Neural Network .....     | 21          |
| 2.11 Optimasi Adam .....                    | 28          |
| 2.12 Optimasi Nadam.....                    | 30          |
| 2.13 Optimasi Adamax.....                   | 32          |
| 2.14 Optimasi SGD .....                     | 34          |
| 2.15 Optimasi RMSprop .....                 | 35          |

|                                            |                                                          |           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.16                                       | Confusion Matrix .....                                   | 36        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |                                                          | <b>39</b> |
| 3.1                                        | Tahapan Penelitian .....                                 | 39        |
| 3.2                                        | Studi Literatur .....                                    | 40        |
| 3.3                                        | Pengumpulan Data .....                                   | 41        |
| 3.4                                        | Pra-Proses Data .....                                    | 42        |
| 3.5                                        | Proses Augmentasi Data.....                              | 43        |
| 3.6                                        | Perancangan Algoritma CNN Arsitektur ResNet-50 .....     | 47        |
| 3.7                                        | Perancangan Algoritma CNN Arsitektur EfficientNetB0..... | 49        |
| 3.8                                        | Pelatihan Model.....                                     | 50        |
| 3.9                                        | Pengujian Model .....                                    | 52        |
| 3.10                                       | Evaluasi Model.....                                      | 53        |
| 3.11                                       | Skenario Pengujian.....                                  | 53        |
| 3.12                                       | Implementasi Model Pada Android.....                     | 55        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>    |                                                          | <b>59</b> |
| 4.1                                        | Preprocessing Data .....                                 | 59        |
| 4.1.1                                      | Normalisasi Ukuran Citra.....                            | 59        |
| 4.1.2                                      | Pembagian Dataset .....                                  | 61        |
| 4.1.3                                      | Augmentasi Data .....                                    | 63        |
| 4.1.4                                      | Process to Generator.....                                | 70        |
| 4.2                                        | Pre -Trained Algoritma CNN ResNet-50.....                | 71        |
| 4.3                                        | Pelatihan Model CNN ResNet-50 .....                      | 78        |
| 4.3.1                                      | Optimizer Adam pada Model ResNet-50.....                 | 79        |
| 4.3.2                                      | Optimizer Nadam pada Model ResNet-50 .....               | 83        |
| 4.3.3                                      | Optimizer Adamax pada Model ResNet-50 .....              | 87        |
| 4.3.4                                      | Optimizer SGD pada Model ResNet-50.....                  | 91        |
| 4.3.5                                      | Optimizer RMSprop pada Model ResNet-50 .....             | 95        |
| 4.4.                                       | Visualisasi Metrik Pelatihan Model CNN ResNet-50.....    | 99        |
| 4.4.1                                      | Optimizer Adam pada Model ResNet-50.....                 | 100       |
| 4.4.2                                      | Optimizer Nadam pada Model ResNet-50 .....               | 103       |
| 4.4.3                                      | Optimizer Adamax pada Model ResNet-50 .....              | 106       |
| 4.4.4                                      | Optimizer SGD pada Model ResNet-50.....                  | 109       |

|        |                                                                  |     |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.5  | Optimizer RMSprop pada Model ResNet-50.....                      | 113 |
| 4.5.   | Evaluasi Model CNN ResNet-50 .....                               | 116 |
| 4.5.1  | Optimizer Adam pada Model CNN ResNet-50 .....                    | 117 |
| 4.5.2  | Optimizer Nadam pada Model CNN ResNet-50.....                    | 121 |
| 4.5.3  | Optimizer Adamax pada Model CNN ResNet-50.....                   | 126 |
| 4.5.4  | Optimizer SGD pada Model CNN ResNet-50 .....                     | 130 |
| 4.5.5  | Optimizer RMSprop pada Model CNN ResNet-50 .....                 | 134 |
| 4.6.   | Pengujian Model CNN ResNet-50.....                               | 138 |
| 4.6.1  | Hasil Prediksi Menggunakan Algoritma CNN ResNet-50 .....         | 139 |
| 4.7.   | Pre -Trained Algoritma CNN EfficientnetB0 .....                  | 143 |
| 4.8    | Pelatihan Model CNN EfficientnetB0.....                          | 151 |
| 4.8.1  | Optimizer Adam pada Model CNN EfficientnetB0.....                | 152 |
| 4.8.2  | Optimizer Nadam pada Model CNN EfficientnetB0 .....              | 156 |
| 4.8.3  | Optimizer Adamax pada Model CNN EfficientnetB0 .....             | 159 |
| 4.8.4  | Optimizer SGD pada Model CNN EfficientnetB0.....                 | 163 |
| 4.8.5  | Optimizer RMSprop pada Model CNN EfficientnetB0.....             | 167 |
| 4.9    | Visualisasi Metrik Pelatihan Model CNN EfficientnetB0 .....      | 172 |
| 4.9.1  | Optimizer Adam pada Model CNN EfficientnetB0.....                | 173 |
| 4.9.2  | Optimizer Nadam pada Model CNN EfficientnetB0 .....              | 176 |
| 4.9.3  | Optimizer Adamax pada Model CNN EfficientnetB0 .....             | 179 |
| 4.9.4  | Optimizer SGD pada Model CNN EfficientnetB0.....                 | 183 |
| 4.9.5  | Optimizer RMSprop pada Model CNN EfficientnetB0.....             | 186 |
| 4.10   | Evaluasi Model CNN EfficientnetB0.....                           | 189 |
| 4.10.1 | Optimizer Adam pada Model CNN EfficientnetB0.....                | 190 |
| 4.10.2 | Optimizer Nadam pada Model CNN EfficientnetB0 .....              | 195 |
| 4.10.3 | Optimizer Adamax pada Model CNN EfficientnetB0 .....             | 199 |
| 4.10.4 | Optimizer SGD pada Model CNN EfficientnetB0.....                 | 203 |
| 4.10.5 | Optimizer RMSprop pada Model CNN EfficientnetB0.....             | 207 |
| 4.11   | Pengujian Model CNN EfficientnetB0 .....                         | 211 |
| 4.11.1 | Hasil Prediksi Menggunakan Algoritma CNN EfficientnetB0.....     | 212 |
| 4.12   | Rekapitulasi Model .....                                         | 216 |
| 4.13   | Implementasi Model Terbaik ke Dalam Aplikasi Android (SiPadi)... | 218 |

|                                         |                                  |            |
|-----------------------------------------|----------------------------------|------------|
| 4.13.1                                  | Deskripsi Umum Aplikasi.....     | 218        |
| 4.13.2                                  | Fitur-Fitur Utama Aplikasi.....  | 218        |
| 4.13.3                                  | Tampilan Antarmuka Aplikasi..... | 219        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                  | <b>224</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan.....                  | 224        |
| 5.2                                     | Saran.....                       | 225        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |                                  | <b>227</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |                                  | <b>230</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Bacterial Leaf Blight .....                               | 13 |
| Gambar 2. 2 Blast.....                                                | 13 |
| Gambar 2. 3 Brown Spot.....                                           | 14 |
| Gambar 2. 4 Tungro .....                                              | 14 |
| Gambar 2. 5 Diagram Jenis Pembelajaran dalam Machine Learning.....    | 15 |
| Gambar 2. 6 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan .....                    | 18 |
| Gambar 2. 7 Deep Learning dalam Klasifikasi Gambar .....              | 19 |
| Gambar 2. 8 Jaringan Convolutional Neural Network (CNN).....          | 21 |
| Gambar 2. 9 Arsitektur Resnet50 .....                                 | 26 |
| Gambar 2. 10 Arsitektur EfficientnetB0 .....                          | 27 |
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....                                      | 39 |
| Gambar 3. 2 Sampel Citra Penyakit Daun Padi .....                     | 41 |
| Gambar 3. 3 Diagram Alir Praproses Data .....                         | 42 |
| Gambar 3. 4 Sampel Citra Augmentasi Rotasi .....                      | 44 |
| Gambar 3. 5 Sampel Citra Augmentasi Shifting.....                     | 44 |
| Gambar 3. 6 Sampel Citra Augmentasi Sheared.....                      | 45 |
| Gambar 3. 7 Sampel Citra Augmentasi Zooming.....                      | 46 |
| Gambar 3. 8 Sampel Citra Augmentasi Flipping.....                     | 46 |
| Gambar 3. 9 Arsitektur CNN ResNet50.....                              | 47 |
| Gambar 3. 10 Arsitektur CNN EfficientNetB0 .....                      | 49 |
| Gambar 3. 11 Diagram Alir Pelatihan Model .....                       | 50 |
| Gambar 3. 12 Diagram Alir Pengujian Model .....                       | 52 |
| Gambar 3. 13 Evaluasi Model.....                                      | 53 |
| Gambar 3. 14 Usecase Diagram.....                                     | 55 |
| Gambar 3. 15 Bagan Rancangan Antarmuka .....                          | 57 |
| Gambar 4. 1 Visualisasi Citra Sebelum dan Sesudah Proses Resize ..... | 61 |
| Gambar 4. 2 Visualisasi Sebaran Data .....                            | 62 |
| Gambar 4. 3 Sampel Visualisasi Dataset .....                          | 63 |
| Gambar 4. 4 Visualisasi Augmentasi Rotasi.....                        | 65 |
| Gambar 4. 5 Visualisasi Augmentasi Shifting .....                     | 66 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 6 Visualisasi Augmentasi Shearing.....                                        | 67 |
| Gambar 4. 7 Visualisasi Augmentasi Zoom.....                                            | 68 |
| Gambar 4. 8 Visualisasi Augmentasi Flipping.....                                        | 70 |
| Gambar 4. 9 Proses ImageDataGenerator .....                                             | 71 |
| Gambar 4. 10 Visualisasi Arsitektur CNN ResNet50 .....                                  | 74 |
| Gambar 4. 11 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 20).....     | 80 |
| Gambar 4. 12 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 30).....     | 81 |
| Gambar 4. 13 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 20).....    | 82 |
| Gambar 4. 14 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 30).....    | 83 |
| Gambar 4. 15 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 20).....    | 84 |
| Gambar 4. 16 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 20).....    | 85 |
| Gambar 4. 17 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 20) .....  | 86 |
| Gambar 4. 18 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 30) .....  | 87 |
| Gambar 4. 19 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 20) .....  | 88 |
| Gambar 4. 20 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 30) .....  | 89 |
| Gambar 4. 21 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 20) ..... | 90 |
| Gambar 4. 22 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 30) ..... | 91 |
| Gambar 4. 23 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 20).....      | 92 |

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 24 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 30).....                    | 93  |
| Gambar 4. 25 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 20).....                   | 94  |
| Gambar 4. 26 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 30).....                   | 95  |
| Gambar 4. 27 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 20) .....               | 96  |
| Gambar 4. 28 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 30) .....               | 97  |
| Gambar 4. 29 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 20) .....              | 98  |
| Gambar 4. 30 Log Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 30) .....              | 99  |
| Gambar 4. 31 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 20) .....   | 101 |
| Gambar 4. 32 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 30) .....   | 101 |
| Gambar 4. 33 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 20) .....  | 102 |
| Gambar 4. 34 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 30) .....  | 103 |
| Gambar 4. 35 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 20) .....  | 104 |
| Gambar 4. 36 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 30) .....  | 105 |
| Gambar 4. 37 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 20) ..... | 105 |
| Gambar 4. 38 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 30) ..... | 106 |
| Gambar 4. 39 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 20).....  | 107 |

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 40 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 30).....   | 107 |
| Gambar 4. 41 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 20).....  | 108 |
| Gambar 4. 42 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 30).....  | 109 |
| Gambar 4. 43 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 20) .....     | 110 |
| Gambar 4. 44 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 30) .....     | 111 |
| Gambar 4. 45 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 20) .....    | 111 |
| Gambar 4. 46 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 30) .....    | 112 |
| Gambar 4. 47 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 20).....  | 113 |
| Gambar 4. 48 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 30).....  | 114 |
| Gambar 4. 49 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 20)..... | 115 |
| Gambar 4. 50 Visualisasi Metrik Pelatihan ResNet50 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 30)..... | 115 |
| Gambar 4. 51 Confusion Matrix Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 20) .....                                | 118 |
| Gambar 4. 52 Confusion Matrix Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 30) .....                                | 119 |
| Gambar 4. 53 Confusion Matrix Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 20) .....                               | 120 |
| Gambar 4. 54 Confusion Matrix Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 30) .....                               | 121 |
| Gambar 4. 55 Confusion Matrix Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 20).....                                | 122 |
| Gambar 4. 56 Confusion Matrix Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 30).....                                | 123 |
| Gambar 4. 57 Confusion Matrix Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 20).....                               | 124 |
| Gambar 4. 58 Confusion Matrix Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 30).....                               | 125 |
| Gambar 4. 59 Confusion Matrix Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 20).....                               | 126 |
| Gambar 4. 60 Confusion Matrix Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 30).....                               | 127 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 61 Confusion Matrix Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 20)....                        | 128 |
| Gambar 4. 62 Confusion Matrix Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 30)....                        | 129 |
| Gambar 4. 63 Confusion Matrix Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 20) .....                          | 130 |
| Gambar 4. 64 Confusion Matrix Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 30) .....                          | 131 |
| Gambar 4. 65 Confusion Matrix Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 20) .....                         | 132 |
| Gambar 4. 66 Confusion Matrix Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 30) .....                         | 133 |
| Gambar 4. 67 Confusion Matrix Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 20) ...                        | 134 |
| Gambar 4. 68 Confusion Matrix Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 30) ...                        | 135 |
| Gambar 4. 69 Confusion Matrix Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 20) .                         | 136 |
| Gambar 4. 70 Confusion Matrix Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 30) .                         | 137 |
| Gambar 4. 71 Hasil Prediksi LR 0.001 epoch 20.....                                              | 140 |
| Gambar 4. 72 Hasil Prediksi LR 0.001 epoch 30.....                                              | 141 |
| Gambar 4. 73 Hasil Prediksi LR 0.0001 epoch 20.....                                             | 142 |
| Gambar 4. 74 Hasil Prediksi LR 0.0001 epoch 30.....                                             | 143 |
| Gambar 4. 75 Visualisasi Arsitektur CNN EfficientNetB0 .....                                    | 146 |
| Gambar 4. 76 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.001,<br>Epoch 20) .....   | 152 |
| Gambar 4. 77 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.001,<br>Epoch 30) .....   | 153 |
| Gambar 4. 78 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001,<br>Epoch 20) .....  | 154 |
| Gambar 4. 79 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001,<br>Epoch 30) .....  | 155 |
| Gambar 4. 80 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001,<br>Epoch 20) .....  | 156 |
| Gambar 4. 81 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001,<br>Epoch 30) .....  | 157 |
| Gambar 4. 82 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001,<br>Epoch 20) ..... | 158 |
| Gambar 4. 83 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001,<br>Epoch 30) ..... | 159 |

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 84 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 20) .....              | 160 |
| Gambar 4. 85 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 30) .....              | 161 |
| Gambar 4. 86 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 20) .....             | 162 |
| Gambar 4. 87 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 30) .....             | 163 |
| Gambar 4. 88 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 20) .....                 | 164 |
| Gambar 4. 89 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 30) .....                 | 165 |
| Gambar 4. 90 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 20) .....                | 166 |
| Gambar 4. 91 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 30) .....                | 167 |
| Gambar 4. 92 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 20) .....             | 168 |
| Gambar 4. 93 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 30) .....             | 169 |
| Gambar 4. 94 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 20) .....            | 170 |
| Gambar 4. 95 Log Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 30) .....            | 171 |
| Gambar 4. 96 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 20).....  | 173 |
| Gambar 4. 97 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 30).....  | 174 |
| Gambar 4. 98 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 20)..... | 175 |
| Gambar 4. 99 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 30)..... | 176 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 100 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 20) .....    | 176 |
| Gambar 4. 101 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 30) .....    | 177 |
| Gambar 4. 102 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 20) .....   | 178 |
| Gambar 4. 103 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 30) .....   | 179 |
| Gambar 4. 104 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 20) .....   | 180 |
| Gambar 4. 105 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 30) .....   | 181 |
| Gambar 4. 106 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 20) .....  | 182 |
| Gambar 4. 107 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 30) .....  | 182 |
| Gambar 4. 108 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 20).....       | 183 |
| Gambar 4. 109 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 30).....       | 184 |
| Gambar 4. 110 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 20).....      | 185 |
| Gambar 4. 111 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 30).....      | 186 |
| Gambar 4. 112 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 20) .....  | 186 |
| Gambar 4. 113 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 30) .....  | 187 |
| Gambar 4. 114 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 20) ..... | 188 |
| Gambar 4. 115 Visualisasi Metrik Pelatihan EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 30) ..... | 189 |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 116 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 20) .....    | 191 |
| Gambar 4. 117 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.001, Epoch 30) .....    | 192 |
| Gambar 4. 118 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 20) .....   | 193 |
| Gambar 4. 119 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adam (LR 0.0001, Epoch 30) .....   | 194 |
| Gambar 4. 120 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 20) .....   | 195 |
| Gambar 4. 121 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.001, Epoch 30) .....   | 196 |
| Gambar 4. 122 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 20) .....  | 197 |
| Gambar 4. 123 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Nadam (LR 0.0001, Epoch 30) .....  | 198 |
| Gambar 4. 124 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 20) .....  | 199 |
| Gambar 4. 125 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.001, Epoch 30) .....  | 200 |
| Gambar 4. 126 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 20) ..... | 201 |
| Gambar 4. 127 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer Adamax (LR 0.0001, Epoch 30) ..... | 202 |
| Gambar 4. 128 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 20) .....     | 203 |
| Gambar 4. 129 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.001, Epoch 30) .....     | 204 |
| Gambar 4. 130 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 20) .....    | 205 |
| Gambar 4. 131 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer SGD (LR 0.0001, Epoch 30) .....    | 206 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 132 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 20) .....  | 207 |
| Gambar 4. 133 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.001, Epoch 30) .....  | 208 |
| Gambar 4. 134 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 20) ..... | 209 |
| Gambar 4. 135 Confusion Matrix EfficientnetB0 dengan Optimizer RMSprop (LR 0.0001, Epoch 30) ..... | 210 |
| Gambar 4. 136 Hasil Prediksi LR 0.001 epoch 20.....                                                | 213 |
| Gambar 4. 137 Hasil Prediksi LR 0.001 epoch 30.....                                                | 214 |
| Gambar 4. 138 Hasil Prediksi LR 0.0001 epoch 20.....                                               | 215 |
| Gambar 4. 139 Hasil Prediksi LR 0.0001 epoch 30.....                                               | 216 |
| Gambar 4. 140 Halaman Riwayat Deteksi .....                                                        | 220 |
| Gambar 4. 141 Halaman Cek Gambar .....                                                             | 221 |
| Gambar 4. 142 Halaman Hasil Klasifikasi.....                                                       | 222 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2. 1 Tabel Literatur yang relevan .....                     | 6   |
| Tabel 2. 2 Confusion Matrix .....                                 | 37  |
| Tabel 3. 1 Tabel Sebaran Data .....                               | 42  |
| Tabel 3. 2 Inisialisasi Parameter Arsitektur ResNet-50 .....      | 51  |
| Tabel 3. 3 Skenario Pelatihan.....                                | 54  |
| Tabel 4. 1 Tabel Arsitektur ResNet50.....                         | 73  |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Akurasi Model CNN ResNet50 .....       | 138 |
| Tabel 4. 3 Tabel Arsitektur EfficientNetB0 .....                  | 144 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Akurasi Model CNN EfficientNetB0 ..... | 211 |
| Tabel 4. 5 Hasil Rekapitulasi .....                               | 217 |