



SKRIPSI

PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN *MOBILENETV3-LARGE* DAN *EFFICIENTNETB2* MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR LBP PADA KLASIFIKASI JENIS RIMPANG

M . RYAN NURDIANSYAH N.A
NPM 21081010321

DOSEN PEMBIMBING

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.

Afina Lina Nurlaili, S.Kom, M.Kom.

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

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN *MOBILENETV3-LARGE* DAN *EFFICIENTNETB2* MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR LBP PADA KLASIFIKASI JENIS RIMPANG

Oleh :

M. RYAN NURDIANSYAH N.A

NPM. 21081010321

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 25 November 2025.

Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.

NPT. 19860425 202121 2 001



(Pembimbing I)

Afina Lina Nurlaili, S.Kem., M.Kom

NIP. 1993121 3202203 2 010



(Pembimbing II)

Dr. Ir. Kartini, S.Kom. MT

NIP. 19611110 199103 2 001



(Penguji I)

Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI

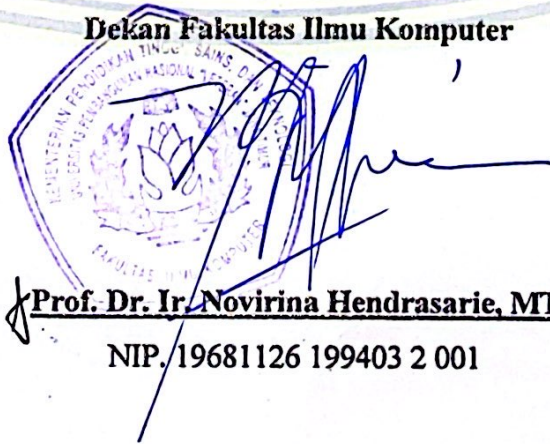
NIP. 19860523 202121 1 003



(Penguji II)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT

NIP. 19681126 199403 2 001

` Halaman ini sengaja dikosongkan

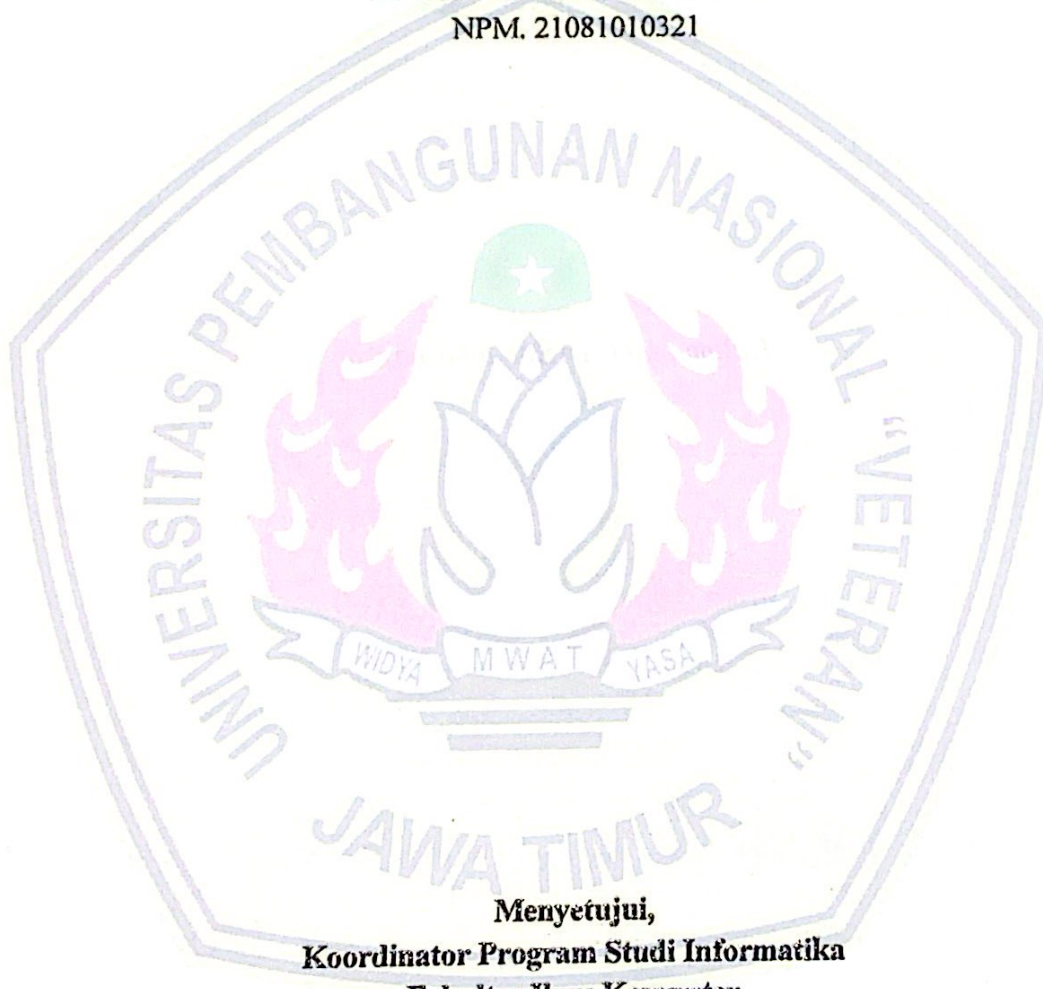
LEMBAR PERSETUJUAN

**PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN *MOBILENETV3-LARGE* DAN
EFFICIENTNETB2 MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR LBP PADA
KLASIFIKASI JENIS RIMPANG**

Oleh:

M. RYAN NURDIANSYAH N.A

NPM. 21081010321



Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**

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

NIP. 19820211 202121 2 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : M. Ryan Nurdiansyah N.A
NPM : 21081010321
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
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 dikemudian 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, 4 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan,



M. Ryan Nurdiansyah N.A

NPM. 21081010321

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : M. Ryan Nurdiansyah N.A / 21081010321
Judul Skripsi : PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN
MOBILENETV3-LARGE DAN EFFICIENTNETB2
MENGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR LBP
PADA KLASIFIKASI JENIS RIMPANG
Dosen Pembimbing : 1. Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

Indonesia memiliki beragam jenis rimpang yang dimanfaatkan di bidang pangan dan kesehatan, namun kemiripan visual antarspecies menyulitkan identifikasi manual. Penelitian ini membandingkan kinerja arsitektur CNN *MobileNetV3-Large* dan *EfficientNetB2* pada citra rimpang asli serta citra yang diperkaya fitur tekstur *Local Binary Pattern* (LBP). Dataset berisi 400 citra delapan kelas (50 citra per kelas) yang melalui proses *resize*, augmentasi, normalisasi, dan pembagian data 80% latih, 10% validasi, dan 10% uji. Percobaan dilakukan pada 16 hasil pengujian dengan variasi *learning rate* 0.1; 0.01; 0.001; dan 0.0001, dievaluasi menggunakan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Secara umum, *learning rate* besar (0.1 dan 0.01) menurunkan performa kedua arsitektur, sedangkan *learning rate* kecil dikombinasikan dengan LBP menghasilkan kinerja yang jauh lebih baik. Konfigurasi terbaik diperoleh pada *EfficientNetB2* dan LBP dengan *learning rate* 0.001 (Hasil Pengujian 16) yang mencapai *accuracy* 0.9850, *precision* 0.9859, *recall* 0.9850, dan *f1-score* 0.9850. diikuti *MobileNetV3-Large* dan LBP dengan *learning rate* 0.001 (Hasil Pengujian 8) dengan *accuracy* 0.9800, *precision* 0.9815, *recall* 0.9800, dan *f1-score* 0.9799. Hasil ini menunjukkan bahwa penggabungan LBP dan pemilihan *learning rate* kecil dapat meningkatkan akurasi klasifikasi rimpang dan berpotensi mendukung sistem identifikasi otomatis yang lebih andal.

Kata Kunci : Rimpang, Klasifikasi Citra, Arsitektur CNN, *MobileNetV3-Large*, *EfficientNetB2*, *Local Binary Pattern* (LBP).

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Nama Mahasiswa / NPM : M. Ryan Nurdiansyah N.A / 21081010321
Judul Skripsi : COMPARISON OF CNN ARCHITECTURES
MOBILENETV3-LARGE AND EFFICIENTNETB2
USING LBP FEATURE EXTRACTION FOR
RHIZOME CLASSIFICATION
Advisor : 1. Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom.
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

Indonesia has a diverse range of rhizome species used in food and health applications, but the visual similarity between species makes manual identification difficult. This study compares the performance of the CNN architectures MobileNetV3-Large and EfficientNetB2 on original rhizome images as well as images enhanced with texture features using Local Binary Pattern (LBP). The dataset consists of 400 images from eight classes (50 images per class), processed through resizing, augmentation, normalization, and split into 80% training, 10% validation, and 10% testing. Experiments were conducted in 16 test results with learning rates of 0.1, 0.01, 0.001, and 0.0001, evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score. In general, large learning rates (0.1 and 0.01) degraded the performance of both architectures, while smaller learning rates combined with LBP produced much better results. The best configuration was obtained by EfficientNetB2 with LBP at a learning rate of 0.001 (Test Result 16), achieving an accuracy of 0.9850, precision of 0.9859, recall of 0.9850, and F1-score of 0.9850, followed by MobileNetV3-Large with LBP at a learning rate of 0.001 (Test Result 8) with 0.9800 accuracy, 0.9815 precision, 0.9800 recall, and 0.9799 F1-score. These findings indicate that combining LBP with CNN architectures and using small learning rates can improve rhizome classification accuracy and has the potential to support more reliable automatic identification systems.

Keywords : Rhizome, Image Classification, CNN architecture, MobileNetV3-Large, EfficientNetB2, Local Binary Pattern (LBP).

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN *MOBILENETV3-LARGE* DAN *EFFICIENTNETB2* MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR LBP PADA KLASIFIKASI JENIS RIMPANG”** dengan baik. terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari doa, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Fauzi, M.MT., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberikan kesempatan menempuh pendidikan di perguruan tinggi ini.
2. Ibu Dr. Novirina Hendrasarie, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur, yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan bagi mahasiswa.
3. Ibu Fetry Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Informatika, yang telah banyak membantu dalam kelancaran proses akademik.
4. Bapak Andres Nugroho Sihananto, S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Skripsi Program Studi Informatika, yang telah memberikan panduan serta kebijakan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
5. Ibu Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran berharga selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran memberikan masukan, dukungan, serta motivasi bagi penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Ibu Dr. Ir. Kartini, S.Kom., M.T., selaku Dosen Penguji I, atas kesediaan memberikan bimbingan, koreksi, serta saran yang membangun selama proses sidang skripsi sehingga penulis dapat mengenali kelemahan penelitian ini dan melakukan perbaikan secara lebih tepat.

8. Bapak Firza Prima Aditiawan, S.Kom., M.T.I., selaku Dosen Penguji II, atas arahan, bimbingan, dan saran yang diberikan kepada penulis sehingga penulis menyadari aspek-aspek yang perlu disempurnakan dalam penelitian ini dan mampu memperbaikinya dengan baik.
9. Seluruh dosen, tenaga pendidik, serta staf Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelayanan terbaik selama masa perkuliahan.
10. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral maupun material, serta menjadi sumber semangat utama dalam menyelesaikan pendidikan hingga tahap akhir ini.
11. Sahabat-sahabat terdekat yang senantiasa mendampingi, memberi motivasi, dan menguatkan penulis di setiap proses pembelajaran maupun penyusunan skripsi.
12. Seluruh keluarga besar serta kerabat yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung demi kelancaran studi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang berjudul **“PERBANDINGAN ARSITEKTUR CNN *MOBILENETV3-LARGE* DAN *EFFICIENTNETB2* MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR LBP PADA KLASIFIKASI JENIS RIMPANG”** ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini pada masa yang akan datang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi bahan rujukan bagi mahasiswa maupun pihak lain yang berkepentingan pada bidang penelitian ini.

Surabaya, 4 Desember 2025



M. Ryan Nurdiansyah N.A

NPM. 21081010321

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xxv
DAFTAR KODE PROGRAM	xxvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Landasan Teori.....	12
2.2.1. Rimpang	12
2.2.2. Klasifikasi Citra.....	12
2.2.3. Kecerdasan Buatan	13
2.2.4. <i>Machine Learning</i>	13
2.2.5. <i>Deep learning</i>	15
2.2.6. Ekstraksi Fitur <i>Local Binary Pattern</i> (LBP)	16
2.2.7. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	18
2.2.8. Arsitektur CNN <i>MobileNetV3-Large</i>	23
2.2.9. <i>Transfer Learning</i>	25
2.2.10. Arsitektur CNN <i>EfficientNetB2</i>	25

2.2.11.	Penggabungan <i>Local Binary Pattern</i> (LBP) dan Arsitektur CNN.	27
2.2.12.	<i>Confusion Matrix</i>	28
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....		31
3.1.	Metode Penelitian	31
3.2.	Desain Sistem	31
3.2.1.	Alat dan Bahan Penelitian.....	31
3.2.2.	Alur Penelitian	32
3.3.	Pengumpulan Data.....	33
3.4.	<i>Pre-Processing</i> Data.....	36
3.4.1.	<i>Resize</i>	36
3.4.2.	Augmentasi	37
3.4.3.	Normalisasi Data.....	38
3.5.	Pembagian Data.....	38
3.6.	<i>Modeling</i>	39
3.6.1.	Perancangan Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i> Citra Asli dan LBP.	40
3.6.2.	Alur Penelitian <i>MobileNetV3-Large</i> Citra Asli dan LBP	44
3.6.3.	Perancangan Arsitektur <i>EfficientNetB2</i> Citra Asli dan LBP.....	46
3.6.4.	Alur Penelitian <i>EfficientNetB2</i> Citra Asli dan LBP	49
3.6.5.	Perhitungan Manual Penggabungan Arsitektur CNN dan LBP.....	51
3.7.	<i>Evaluation Model</i>	62
3.8.	Skenario Pengujian	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		65
4.1.	Pengumpulan Data.....	65
4.2.	<i>Pre-Processing</i> Data.....	65
4.2.1.	<i>Resize</i>	66
4.2.2.	Augmentasi	67
4.2.3.	Normalisasi	70
4.3.	Pembagian Data.....	72
4.4.	<i>Modeling</i>	73
4.4.1.	Pembuatan Model	74
4.4.2.	Pelatihan Model	92
4.5.	<i>Evaluation Model</i>	104

4.6.	Hasil Pengujian	108
4.6.1.	Hasil Pengujian 1 : <i>MobileNetV3-Large</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.1	108
4.6.2.	Hasil Pengujian 2 : <i>MobileNetV3-Large</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.01	111
4.6.3.	Hasil Pengujian 3 : <i>MobileNetV3-Large</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.001	114
4.6.4.	Hasil Pengujian 4 : <i>MobileNetV3-Large</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.0001	117
4.6.5.	Hasil Pengujian 5 : <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.1	119
4.6.6.	Hasil Pengujian 6 : <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.01	122
4.6.7.	Hasil Pengujian 7 : <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.001	125
4.6.8.	Hasil Pengujian 8 : <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.0001	128
4.6.9.	Hasil Pengujian 9 : <i>EfficientNetB2</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.1 ...	131
4.6.10.	Hasil Pengujian 10 : <i>EfficientNetB2</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.01	133
4.6.11.	Hasil Pengujian 11 : <i>EfficientNetB2</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.001 ..	136
4.6.12.	Hasil Pengujian 12 : <i>EfficientNetB2</i> dengan <i>Learning Rate</i> 0.0001 .	139
4.6.13.	Hasil Pengujian 13 : <i>EfficientNetB2</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.1	142
4.6.14.	Hasil Pengujian 14 : <i>EfficientNetB2</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.01	145
4.6.15.	Hasil Pengujian 15 : <i>EfficientNetB2</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.001	148
4.6.16.	Hasil Pengujian 16 : <i>EfficientNetB2</i> dan LBP dengan <i>Learning Rate</i> 0.0001	151
4.7.	Analisa Hasil Pengujian	154

BAB V PENUTUP	157
5.1. Kesimpulan.....	157
5.2. Saran	159
DAFTAR PUSTAKA	161
LAMPIRAN	167

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sampel Citra Rimpang.....	33
Tabel 3.2 Pembagian Data	39
Tabel 3.3 Skenario Pengujian	63
Tabel 4.1 Model <i>MobileNetV3-Large</i> dengan Citra Asli.....	79
Tabel 4.2 Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i> dengan Citra Asli dan LBP.....	83
Tabel 4.3 Model <i>EfficientNetB2</i> dengan Citra Asli	87
Tabel 4.4 Arsitektur <i>EfficientNetB2</i> dengan Citra Asli dan LBP	91
Tabel 4.5 Analisa Performa Model	154
Tabel 4.6 Analisa <i>Classification Report</i>	155

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis <i>Machine Learning</i> [25]	15
Gambar 2.2 <i>Deep learning</i>	16
Gambar 2.3 Jarak dan jumlah piksel tetangga [29].....	17
Gambar 2.4 Proses Perhitungan LBP	17
Gambar 2.5 Arsitektur CNN	19
Gambar 2.6 <i>Convulation Matrix</i>	20
Gambar 2.7 <i>Pooling Layer</i>	22
Gambar 2.8 <i>Fully Connected Layer</i>	22
Gambar 2.9 Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i>	24
Gambar 2.10 Arsitektur <i>EfficientNetB2</i>	26
Gambar 2.11 <i>Confusion Matrix</i>	28
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Sampel Citra Jahe.....	33
Gambar 3.3 Sampel Citra Bangle.....	33
Gambar 3.4 Sampel Citra Kencur	34
Gambar 3.5 Sampel Citra Kunci	34
Gambar 3.6 Sampel Citra Kunyit.....	34
Gambar 3.7 Sampel Citra Kencur	35
Gambar 3.8 Sampel Citra Temu Ireng	35
Gambar 3.9 Sampel Citra Temulawak	35
Gambar 3.10 <i>Preprocessing</i> Data	36
Gambar 3.11 <i>Resize</i> Gambar.....	37
Gambar 3.12 Hasil Augmentasi Data Gambar.....	38
Gambar 3.13 <i>Baseline</i> Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i>	41
Gambar 3.14 Konfigurasi Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i>	42
Gambar 3.15 Konfigurasi Arsitektur <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP.....	43
Gambar 3.16 Alur Penelitian <i>MobileNetV3-Large</i> Citra Asli.....	44
Gambar 3.17 Alur Penelitian <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP	45
Gambar 3.18 <i>Baseline</i> Arsitektur <i>EfficientNetB2</i>	47
Gambar 3.19 Konfigurasi Arsitektur <i>EfficientNetB2</i>	48

Gambar 3.20 Konfigurasi Arsitektur <i>EfficientNetB2</i> dan LBP	49
Gambar 3.21 Alur Penelitian <i>EfficientNetB2</i>	50
Gambar 3.22 Alur Penelitian <i>EfficientNetB2</i> dan LBP	50
Gambar 3.23 Ilustrasi Proses Dense dan Softmax.....	53
Gambar 4.1 Proses <i>Resize</i>	67
Gambar 4.2 Proses Augmentasi.....	69
Gambar 4.3 Distribusi Kelas Setelah Augmentasi	70
Gambar 4.4 Hasil Normalisasi	71
Gambar 4.5 Hasil Pembagian Data.....	73
Gambar 4.6 Proses Pelatihan Model <i>MobileNetV3-Large</i>	94
Gambar 4.7 Proses Pelatihan Model <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP	97
Gambar 4.8 Proses Pelatihan Model <i>EfficientNetB2</i>	100
Gambar 4.9 Proses Pelatihan Model <i>EfficientNetB2</i>	103
Gambar 4.10 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 1	108
Gambar 4.11 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 1	109
Gambar 4.12 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 1.....	109
Gambar 4.13 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 1.....	110
Gambar 4.14 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 2	111
Gambar 4.15 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 2	112
Gambar 4.16 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 2.....	112
Gambar 4.17 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 2.....	113
Gambar 4.18 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 3	114
Gambar 4.19 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 3	115
Gambar 4.20 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 3.....	115
Gambar 4.21 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 3.....	116
Gambar 4.22 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 4	117
Gambar 4.23 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 4	117
Gambar 4.24 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 4.....	118
Gambar 4.25 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 4.....	118
Gambar 4.26 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 5	119
Gambar 4.27 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 5	120
Gambar 4.28 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 5.....	120

Gambar 4.29 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 5	121
Gambar 4.30 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 6.....	122
Gambar 4.31 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 6.....	123
Gambar 4.32 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 6	123
Gambar 4.33 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 6	124
Gambar 4.34 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 7.....	125
Gambar 4.35 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 7.....	125
Gambar 4.36 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 7	126
Gambar 4.37 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 7	127
Gambar 4.38 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 8.....	128
Gambar 4.39 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 8.....	128
Gambar 4.40 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 8	129
Gambar 4.41 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 8	130
Gambar 4.42 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 9.....	131
Gambar 4.43 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 9.....	131
Gambar 4.44 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 9	132
Gambar 4.45 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 9	132
Gambar 4.46 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 10.....	133
Gambar 4.47 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 10.....	134
Gambar 4.48 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 10	134
Gambar 4.49 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 10	135
Gambar 4.50 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 11.....	136
Gambar 4.51 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 11.....	137
Gambar 4.52 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 11	137
Gambar 4.53 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 11	138
Gambar 4.54 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 12.....	139
Gambar 4.55 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 12.....	140
Gambar 4.56 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 12	140
Gambar 4.57 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 12	141
Gambar 4.58 Grafik <i>Accuracy</i> Dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 13.....	142
Gambar 4.59 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 13.....	142
Gambar 4.60 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 13	143

Gambar 4.61 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 13.....	144
Gambar 4.62 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 14	145
Gambar 4.63 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 14	145
Gambar 4.64 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 14.....	146
Gambar 4.65 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 14.....	147
Gambar 4.66 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 15	148
Gambar 4.67 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 15	149
Gambar 4.68 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 15.....	149
Gambar 4.69 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 15.....	150
Gambar 4.70 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Hasil Pengujian 16	151
Gambar 4.71 Hasil Klasifikasi Hasil Pengujian 16	151
Gambar 4.72 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian 16.....	152
Gambar 4.73 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian 16.....	153

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) Fungsi <i>Local Binary Pattern</i> (LBP).....	18
Persamaan (2.2) Fungsi <i>Thresholding</i> LBP	18
Persamaan (2.3) Konversi Kode Biner ke Desimal	18
Persamaan (2.4) Fungsi Aktivasi ReLU.....	21
Persamaan (2.5) Fungsi Aktivasi <i>Softmax</i>	23
Persamaan (2.6) <i>Accuracy Confusion Matrix</i>	29
Persamaan (2.7) <i>Precision Confusion Matrix</i>	29
Persamaan (2.8) <i>Recall Confusion Matrix</i>	30
Persamaan (2.9) <i>F1-Score Confusion Matrix</i>	30
Persamaan (3.1) <i>Dense</i> Jalur CNN	53
Persamaan (3.2) <i>Dense</i> Jalur LBP.....	56
Persamaan (3.3) Aktivasi ReLU LBP	56
Persamaan (3.4) <i>Dense</i> akhir CNN dan LBP	58
Persamaan (3.5) <i>Softmax</i>	60
Persamaan (3.6) Mengurangi Nilai Maksimum <i>Dense</i> Kelas.....	60
Persamaan (3.7) Verifikasi Jumlah Probabilitas	61
Persamaan (3.8) Jumlah Semua Eksponensial	61

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4.1 <i>Resize</i> Gambar 224x224	66
Kode Program 4.2 <i>Augmentasi</i>	67
Kode Program 4.3 <i>Visualisasi Distribusi Kelas Setelah Augmentasi</i>	69
Kode Program 4.4 <i>Normalisasi Data</i>	70
Kode Program 4.5 <i>Pembagian Data (Data Latih, Data Validasi, Data Tes)</i>	72
Kode Program 4.6 <i>Fungsi Ekstraksi Fitur LBP</i>	74
Kode Program 4.7 <i>Inisialisasi Model Dasar MobileNetV3-Large</i>	76
Kode Program 4.8 <i>Membekukan Backbone MobileNetV3-Large</i>	76
Kode Program 4.9 <i>Global Average Pooling MobileNetV3-Large</i>	76
Kode Program 4.10 <i>Fully Connected Layers MobileNetV3-Large</i>	77
Kode Program 4.11 <i>Output MobileNetV3-Large</i>	77
Kode Program 4.12 <i>Penyusunan Model MobileNetV3-Large</i>	78
Kode Program 4.13 <i>Kompilasi Model MobileNetV3-Large</i>	78
Kode Program 4.14 <i>Inisialisasi Input dan Backbone (Freeze) MobileNetV3-Large dan LBP (Jalur CNN)</i>	80
Kode Program 4.15 <i>Global Average Pooling MobileNetV3-Large dan LBP (Jalur CNN)</i>	80
Kode Program 4.16 <i>Fully Connected Layers MobileNetV3-Large dan LBP (Jalur CNN)</i>	81
Kode Program 4.17 <i>Input Vektor dan Dense MobileNetV3-Large dan LBP (Jalur LBP)</i>	81
Kode Program 4.18 <i>Fusion Dua Jalur dan Output MobileNetV3-Large dan LBP</i>	82
Kode Program 4.19 <i>Penyusunan dan Kompilasi Model MobileNetV3-Large dan LBP</i>	82
Kode Program 4.20 <i>Inisialisasi Model Dasar EfficientNetB2</i>	84
Kode Program 4.21 <i>Membekukan Backbone EfficientNetB2</i>	84
Kode Program 4.22 <i>Global Average Pooling MobileNetV3-Large</i>	85
Kode Program 4.23 <i>Fully Connected Layers MobileNetV3-Large</i>	85
Kode Program 4.24 <i>Output MobileNetV3-Large</i>	86
Kode Program 4.25 <i>Penyusunan Model MobileNetV3-Large</i>	86

Kode Program 4.26 Kompilasi Model <i>MobileNetV3-Large</i>	86
Kode Program 4.27 Inisialisasi <i>Input</i> dan <i>Backbone (Freeze) EfficientNetB2</i> dan LBP (Jalur CNN).....	88
Kode Program 4.28 <i>Global Average Pooling EfficientNetB2</i> dan LBP (Jalur CNN)	89
Kode Program 4.29 <i>Fully Connected Layers EfficientNetB2</i> dan LBP (Jalur CNN)	89
Kode Program 4.30 <i>Input Vektor</i> dan <i>Dense EfficientNetB2</i> dan LBP (Jalur LBP)	90
Kode Program 4.31 <i>Fusion</i> Dua Jalur dan <i>Output EfficientNetB2</i> dan LBP.....	90
Kode Program 4.32 Penyusunan dan Kompilasi Model <i>EfficientNetB2</i> dan LBP	91
Kode Program 4.33 Menyimpan Bobot Model Terbaik (<i>ModelCheckpoint</i>) <i>MobileNetV3-Large</i>	92
Kode Program 4.34 Pelatihan Model <i>MobileNetV3-Large</i>	93
Kode Program 4.35 Menampilkan Kurva <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Model <i>MobileNetV3-Large</i>	94
Kode Program 4.36 Menyimpan Bobot Model Terbaik (<i>ModelCheckpoint</i>) <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP	96
Kode Program 4.37 Pelatihan Model <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP	96
Kode Program 4.38 Menampilkan Kurva <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Model <i>MobileNetV3-Large</i> dan LBP	97
Kode Program 4.39 Menyimpan Bobot Model Terbaik (<i>ModelCheckpoint</i>) <i>EfficientNetB2</i>	98
Kode Program 4.40 Pelatihan Model <i>EfficientNetB2</i>	99
Kode Program 4.41 Menampilkan Kurva <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Model <i>EfficientNetB2</i>	100
Kode Program 4.42 Menyimpan Bobot Model Terbaik (<i>ModelCheckpoint</i>) <i>EfficientNetB2</i> dan LBP	101
Kode Program 4.43 Pelatihan Model <i>EfficientNetB2</i> dan LBP	102
Kode Program 4.44 Menampilkan Kurva <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Model <i>EfficientNetB2</i> dan LBP	103

Kode Program 4.45 Evaluasi Model Arsitektur Model CNN (<i>MobileNetV3-Large</i> dan <i>EfficientNetB2</i>)	105
Kode Program 4.46 Evaluasi Model Arsitektur Model Gabungan CNN dan LBP (<i>MobileNetV3-Large</i> dan <i>EfficientNetB2</i>).....	106

Halaman ini sengaja dikosongkan