

05/S/TEKKOM-KCBBR/PK.03.08/1/JULI/2024

**PENGEMBANGAN SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT PADA DAUN
TANAMAN DENGAN METODE EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer



oleh

Muhammad Andhika Ramadhan

NIM 2003029

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

HALAMAN HAK CIPTA

PENGEMBANGAN SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT PADA DAUN TANAMAN DENGAN METODE EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID

oleh

Muhammad Andhika Ramadhan

NIM 2003029

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer

© Muhammad Andhika Ramadhan

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa seizin penulis

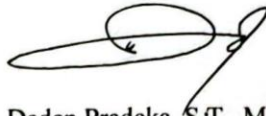
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

MUHAMMAD ANDHIKA RAMADHAN

**PENGEMBANGAN SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT PADA DAUN
TANAMAN DENGAN METODE EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



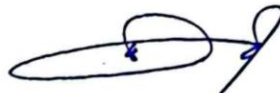
Deden Pradeka, S.T., M.Kom.
NIP. 920200419890816101

Pembimbing II



Muhammad Taufik Dwi Putra, S.Tr.Kom., M.T.I.
NIP. 920200819940117101

Mengetahui,
**Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer
Kampus UPI di Cibiru**



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.
NIP. 920200419890816101

**HALAMAN PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini menyatakan karya tulis skripsi saya yang berjudul "Pengembangan Sistem Pendeteksi Penyakit pada Daun Tanaman dengan Metode EfficientNet Berbasis Android" adalah hasil karya saya sendiri. Skripsi ini sepenuhnya merupakan hasil karya saya sendiri, tanpa menjiplak karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, terkecuali sebagian kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya dengan jelas sesuai dengan norma dan etika penulisan ilmiah. Saya menyadari bahwa plagiarisme adalah tindakan yang tidak terpuji dan bertentangan dengan norma akademik. Oleh karena itu, saya menyatakan dengan seyakinnnya bahwa skripsi ini bebas dari unsur plagiarisme.

Bandung, Juli 2024
Yang membuat pernyataan



Muhammad Andhika R
NIM. 2003029

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan Sistem Pendeteksi Penyakit pada Daun Tanaman dengan Metode EfficientNet Berbasis Android" ini dengan baik. Adapun skripsi ini diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Komputer pada Program Studi Teknik Komputer

Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu proses kelancaran pengerjaan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Begitu banyak pihak yang sudah terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih ini penulis ucapkan untuk:

1. Kedua orang tua dan kakak yang selalu memberikan dukungan doa, moral dan material kepada penulis dari mulai awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Deden Pradeka, S.T., M.Kom. selaku ketua Program Studi Teknik Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia dan juga selaku Dosen Pembimbing pertama dan juga sebagai Dosen wali yang selalu meluangkan waktu dan mengarahkan jalannya proses pengerjaan skripsi agar selesai dengan baik, dan juga memberikan masukan moral sebagai dosen wali, menasehati mengenai pengembangan diri saya untuk kedepannya.
3. Bapak Muhammad Taufik Dwi Putra, S.Tr.Kom., M.T.I. selaku Dosen Pembimbing kedua yang selalu mengarahkan, meluangkan waktu dan memberikan bimbingan yang bermanfaat selama jalannya proses pengerjaan skripsi.
4. Seluruh Dosen Teknik Komputer yang telah memberikan banyak sekali ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi saya baik di masa kini maupun di masa yang akan datang.
5. Abdi Surya, Ghalbin A.G, Aksyal B.S, Haryanto Hidayat, Tiara Afriani, Naziva Septian dan teman-teman angkatan pertama Teknik Komputer lainnya yang sangat saya banggakan, yang selalu mendorong saya menjadi pribadi yang lebih baik.

Semoga teman-teman angkatan pertama Teknik Komputer ini selalu diberikan kesehatan, keberkahan, kemudahan dan kesuksesan di masa yang akan datang.

6. Bapak Wahyu Setiawan. selaku staf Teknik Komputer yang selalu membantu kebutuhan-kebutuhan dokumen yang diperlukan dimulai dari seminar proposal hingga pengerjaan skripsi selesai.
7. Pihak lainnya yang tidak saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa.

Penulis sangat mengetahui bahwa skripsi ini masih belum mampu mencapai kesempurnaan, masih banyak ruang untuk pengembangan, namun meski begitu, dengan pertolongan dari pihak-pihak di atas, harapan penulis adalah skripsi yang telah ditulis ini bisa memberikan andil dalam ilmu pengetahuan meskipun hanya sedikit.

Semoga segala bantuan, bimbingan, dan dukungan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa. Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat saya harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Bandung, Juli 2024



Muhammad Andhika R

NIM 2003029

PENGEMBANGAN SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT PADA DAUN TANAMAN DENGAN METODE EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID

Muhammad Andhika Ramadhan

2003029

ABSTRAK

Bagi para pelaku budidaya tanaman baik petani ataupun masyarakat umum, kesehatan tanaman merupakan faktor penting yang selalu dipantau agar tanaman tersebut menghasilkan buah/daun yang baik dan layak untuk dikonsumsi. Metode tradisional untuk mengidentifikasi penyakit tanaman adalah dengan mengamati gejala yang muncul dan melakukan analisis laboratorium. Metode ini tentunya memerlukan ahli di bidang botani untuk memberikan diagnosis penyakit tanaman tersebut. Pendeteksian dini penyakit pada tanaman akan memberikan manfaat lebih awal untuk melakukan pencegahan, penyebaran dan kerusakan lebih lanjut. Kemajuan teknologi dalam bidang *deep learning*, khususnya pada *computer vision*, telah menciptakan peluang baru untuk mendeteksi penyakit pada tanaman dengan lebih efisien dibandingkan metode tradisional. Meski begitu, untuk memastikan penerapannya yang luas dan digunakan oleh pengguna, diperlukan sebuah media yang dapat dioperasikan dengan mudah dan sudah umum dipunyai yaitu pada perangkat *smartphone*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah model yang dapat mendeteksi penyakit pada daun tanaman dan kemudian diintegrasikan menggunakan API kepada sebuah aplikasi berbasis android. Menggunakan *dataset* yang bersifat *open source* dan dapat diakses oleh siapapun, dengan menggunakan arsitektur EfficientNet B5, berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, didapatkan sebuah model dengan akurasi tertinggi mencapai 98.84% pada data diuji. Pengembangan lainnya yang dilakukan yaitu penambahan *bounding box* dengan menggunakan algoritma Grad-CAM agar lebih fokus pada area daun yang terinfeksi penyakit. Model dan algoritma yang telah dibangun ini diimplementasikan pada aplikasi android agar proses penggunaan model (*inference*) lebih efektif dan mudah. Harapannya aplikasi ini dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi penyakit pada daun dengan lebih efisien dan cepat.

Kata Kunci: Penyakit Daun, *Convolutional Neural Network*, EfficientNet, API, Android

A DEVELOPMENT OF PLANT LEAF DISEASE DETECTION SYSTEM USING EFFICIENTNET BASED ON ANDROID

Muhammad Andhika Ramadhan

2003029

ABSTRACT

For those cultivating plants, whether farmers or the general public, plant health is an important factor that is always monitored so that the plants produce good fruit/leaves that are suitable for consumption. The traditional method for identifying plant diseases is to observe the symptoms that appear and carry out laboratory analysis. This method certainly requires an expert in the field of botany to provide a diagnosis of the plant disease. Early detection of disease in plants will provide earlier benefits for prevention, spread and further damage. As time progresses in the field of deep learning, especially in computer vision, they have created new opportunities to detect diseases in plants more efficiently than traditional methods. However, to ensure its widespread application and used, a device is needed that can be operated easily and is commonly available, namely on smartphone devices. This research aims to create a model that can detect disease in plant leaves and then integrate it using API into an Android-based application. Using a dataset that is open source and can be accessed by anyone, using the EfficientNet B5 architecture, based on test and evaluation results, a model was obtained with the highest accuracy reaching 98.84% on the tested data. Another development carried out was adding bounding box using the Grad-CAM algorithm to focus more on areas of leaves infected with the disease. The models and algorithms that have been built are implemented in an Android application so that the process of using the model inference is more effective and easier. It is hoped that this application can help identify and treat leaf diseases more efficiently and quickly.

Keywords: *Leaf Disease, Convolutional Neural Network, EfficientNet, API, Android*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.5.2 Manfaat Praktis	7
1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....	7
BAB II.....	9
KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Pustaka	9
2.1.1 Deep Learning.....	9
2.1.2 Convolutional Neural Network (CNN)	9
2.1.3 Transfer Learning.....	13
2.1.4 EfficientNet.....	14
2.1.5 Activation Maps dan Grad-CAM.....	19
2.1.6 Evaluasi.....	21
2.1.7 Intersection Over Union (IoU).....	22
2.1.8 RESTful API.....	23
2.1.9 Android	24
2.1.10 Android Studio.....	24
2.1.11 MySQL	25
2.1.12 Black Box Testing.....	25
2.1.13 Ngrok	25
2.1.14 Cosine Similarity.....	26
2.2 Penelitian Terdahulu	28

BAB III	30
METODE PENELITIAN	30
3.1 Analisis	31
3.1.1 Analisis Model	31
3.1.2 Analisis API	34
3.1.3 Analisis Aplikasi	35
3.2 Desain	38
3.2.1 Desain Model	38
3.2.2 Desain API	42
3.2.3 Desain Aplikasi	43
3.3 Pengembangan	51
3.3.1 Pengembangan Model	51
3.3.2 Pengembangan API	56
3.3.3 Pengembangan Aplikasi	56
3.4 Pengujian dan Evaluasi	56
3.4.1 Pengujian dan Evaluasi Model	56
3.4.2 Pengujian dan Evaluasi API	57
3.4.3 Pengujian dan Evaluasi Aplikasi	57
3.5 Pelaporan	57
BAB IV	59
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Hasil Pelatihan Model	59
4.2 Pengujian Model	67
4.3 Kesalahan dalam Prediksi	69
4.4 Grad-CAM dan <i>Bounding box</i>	74
4.5 Hasil Perancangan API	77
4.6 Hasil Perancangan Aplikasi	80
4.7 Pengujian Model pada Aplikasi	86
4.8 Pengujian Performansi pada Aplikasi ketika Proses Deteksi	93
4.9 Black Box Testing	93
BAB V	96
SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	96
5.1 Simpulan	96
5.2 Implikasi	97
5.3 Rekomendasi	97

DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	104
1. Pengembangan Arsitektur EfficientNet	104
2. Hasil Pengujian Model Pada Data Pengujian dan Langsung dengan <i>Smartphone</i>	105
3. Hasil Pengujian Model Pada Sore dan Malam Hari.....	109
4. Hasil Cosine Similarity pada Hasil Prediksi yang salah dan juga benar.....	111
5. Hasil <i>Bounding Box</i>	114
6. Hasil Aplikasi yang dibangun	116
7. Jadwal Penelitian	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait Menggunakan Arsitektur Lainnya.....	16
Tabel 2.2 Arsitektur EfficientNet-B5.....	18
Tabel 2.3 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	28
Tabel 3.1 Endpoint	34
Tabel 3.2 Tabel Users pada Database	37
Tabel 3.3 Tabel Artikel pada Database	37
Tabel 3.4 Tabel Tanaman pada Database	37
Tabel 3.5 Tabel Prediksi pada Database	38
Tabel 3.6 Tabel Penyakit pada Database	38
Tabel 3.7 <i>Hyperparameter Tuning</i> yang akan digunakan.....	52
Tabel 4.1 Hasil Pelatihan Pertama	59
Tabel 4.2 Hasil Lengkap Pelatihan Pertama	60
Tabel 4.3 Hasil Pelatihan Kedua.....	62
Tabel 4.4 Hasil Lengkap Pelatihan Kedua.....	63
Tabel 4.5 Hasil Pelatihan Ketiga.....	65
Tabel 4.6 Hasil Lengkap Pelatihan Ketiga.....	66
Tabel 4.7 Pengujian Model	67
Tabel 4.8 Output Kesalahan Prediksi Model	70
Tabel 4.9 <i>Cosine Similarity</i>	71
Tabel 4.10 IoU Per Kelas	76
Tabel 4.11 Pengujian API	77
Tabel 4.12 Pengujian Model pada Aplikasi	87
Tabel 4.13 Proses Prediksi pada Aplikasi	90
Tabel 4.14 Performansi Proses Deteksi	93
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Black box Testing.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses dari <i>Convolutional Neural Network</i> (Saxena, 2022)	10
Gambar 2.2 Proses ReLU (Agarap, 2019)	10
Gambar 2.3 Perbedaan kedua metode <i>Pooling Layer</i> (Ahamed dkk., 2020).....	11
Gambar 2.4 Visualisasi dari <i>Fully Connected Layer</i> (Saxena, 2022)	12
Gambar 2.5 Visualisasi bagaimana Dropout bekerja (Srivastava dkk., 2014).....	13
Gambar 2.6 Proses bagaiman <i>Transfer Learning</i> dilakukan (Zhuang dkk., 2021).....	14
Gambar 2.7 Scaling Model (Tan & Le, 2019)	15
Gambar 2.8 Arsitektur EfficientNet-B5 yang digunakan	18
Gambar 2.9 Fungsi dari sebuah <i>Activation Maps</i> (Zhou dkk., 2016)	19
Gambar 2.10 Proses pembuatan sebuah <i>Class Activation Maps</i> (Zhou dkk., 2016) ..	20
Gambar 2.11 Proses dari Grad-CAM (Selvaraju dkk., 2020)	21
Gambar 2.12 Proses perhitungan IoU (Padilla dkk., 2020)	23
Gambar 2.13 Proses API.....	24
Gambar 2.14 Proses Ngrok pada penelitian ini.....	26
Gambar 2.15 Proses Perhitungan Cosine Similarity pada 2 gambar	27
Gambar 3.1 Alur Penelitian (J. Ellis & Levy, 2010).....	30
Gambar 3.2 Sumber Dataset yang digunakan (PlantVillage, 2019), (Data Mendeley Banana, 2023), (PlantDoc Dataset, 2019), (Data Mendeley Mango, 2022)	31
Gambar 3.3 Contoh Gambar dari Dataset yang digunakan: (a) Padi Blast (b) Kentang Early Blight (c) Tebu Yellow (d) Jagung Blight (e) Pisang Cordana.....	32
Gambar 3.4 (a) Jagung Common Rust pada PlantVillage dan (b) Jagung Common Rust PlantDoc	33
Gambar 3.5 (a) Mangga Healthy (b) Padi Blast (c) Padi Brownspor (d) Padi Healthy (e) Pisang Healthy (f) Pisang Cordana.....	33
Gambar 3.6 Tabel yang digunakan pada Database	36
Gambar 3.7 Horizontal Flip	39
Gambar 3.8 Kode Proses Horizontal Flip	39
Gambar 3.9 Resize Gambar, (a) Sebelum resize, (b) resize 456x456.....	40
Gambar 3.10 Proses <i>Resizing</i> gambar.....	40
Gambar 3.11 Pembagian Dataset	41
Gambar 3.12 Kode <i>splitting</i> gambar	42
Gambar 3.13 Proses API.....	43
Gambar 3.14 Proses <i>Waterfall</i> (Pargaonkar, 2023)	44

Gambar 3.15 Use Case Diagram Sebelum Masuk Halaman Utama.....	45
Gambar 3.16 Use Case Diagram Setelah Login.....	46
Gambar 3.17 Flowchart Proses Prediksi Penyakit	48
Gambar 3.18 Arsitektur Aplikasi yang dibangun	50
Gambar 3.19 Proses Perancangan Awal Model.....	52
Gambar 3.20 Proses Mendefinisikan Model EfficientNet	52
Gambar 3.21 Proses Perancangan Model <i>Fully Connected</i>	53
Gambar 3.22 Proses <i>Compile</i> model.....	53
Gambar 3.23 Proses Fit Model.....	54
Gambar 3.24 Proses Penyimpanan Model	54
Gambar 3.25 Contoh Pengaplikasian Grad-CAM	55
Gambar 4.1 Arsitektur Model	59
Gambar 4.2 Hasil Pelatihan Pertama	60
Gambar 4.3 Contoh Gambar dari Dataset baru yang digunakan: (a) Jagung Blight (b) Jagung Common Rust (c) Jagung Gray Leaf Spot (d) Kentang Early Blight (e) Mangga Healthy (f) Padi Blast.....	62
Gambar 4.4 Hasil Pelatihan Kedua	63
Gambar 4.5 Hasil Pelatihan Ketiga.....	65
Gambar 4.6 Dataset Latih Mangga Healthy, (a) Mangga Healthy, (b) Mangga Healthy, (c) Pisang Healthy, (d) Jagung Healthy.....	73
Gambar 4.7 Contoh Data Uji Langsung dimana terdapat kesalahan prediksi, gambar (a) menghasilkan prediksi Jagung_Common_Rust, (b) Pisang Healthy, (c) Tebu Healthy, (d) Pisang Healthy	73
Gambar 4.8 Grad-CAM Tanaman.....	74
Gambar 4.9 <i>Bounding box</i> Prediksi dan Ground Truth Tanaman (a) Padi Blast (b) Jagung Blight (c) Tebu Redrot (d) Pisang Cordana (e) Kentang Blight.....	75
Gambar 4.10 Grad-CAM	76
Gambar 4.11 Endpoint tanaman.....	79
Gambar 4.12 Endpoint riwayat	79
Gambar 4.13 Endpoint prediksiuploadopsi.....	80
Gambar 4.14 Halaman Utama Aplikasi Android.....	81
Gambar 4.15 (a) Input Gambar sebagai ke Model (b) Hasil dari proses poin a (c) Pengujian lainnya dengan memasukan gambar yang berbeda (d) Hasil disertai dengan kotak pembatas.....	82
Gambar 4.16 Halaman Riwayat	83

Gambar 4.17 Tabel Database untuk Riwayat.....	83
Gambar 4.18 Panduan Ambil Gambar	84
Gambar 4.19 Halaman Detail Penyakit.....	85
Gambar 4.20 Halaman Tentang Tanaman	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengembangan Arsitektur EfficientNet.....	104
Lampiran 2. Hasil Pengujian Model Pada Data Pengujian dan Langsung dengan <i>Smartphone</i>	105
Lampiran 3. Hasil Pengujian Model Pada Sore dan Malam Hari	109
Lampiran 4. Hasil Cosine Similarity pada Hasil Prediksi yang salah dan juga benar	111
Lampiran 5. Hasil <i>Bounding Box</i>	114
Lampiran 6. Hasil Aplikasi yang dibangun.....	116
Lampiran 7. Jadwal Penelitian	118