

**SISTEM INFORMASI PENDETEKSI TANAMAN JAMUR BERBASIS
ANDROID**

Skripsi

Oleh

M.Alif Kumala Zalni

1955031014



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2025

ABSTRAK

SISTEM INFORMASI PENDETEKSI TANAMAN JAMUR BERBASIS ANDROID

Oleh

M.ALIF KUMALA ZALNI

Jamur merupakan organisme yang memiliki peranan penting dalam ekosistem dan kehidupan manusia. Namun, kemiripan morfologi antar spesies, terutama antara jamur yang dapat dikonsumsi dan yang beracun, sering menyebabkan kesalahan identifikasi. Seiring berkembangnya teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan, proses identifikasi jamur dapat dilakukan secara otomatis melalui perangkat *mobile*. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi pendeteksi tanaman jamur berbasis Android menggunakan metode *deep learning* dengan pendekatan *transfer learning* pada arsitektur *MobileNetV2*. Dataset yang digunakan berjumlah 9.987 citra yang terdiri dari 10 spesies jamur. Proses penelitian meliputi *preprocessing* data, augmentasi citra, pelatihan model, evaluasi performa, serta konversi model ke format *TensorFlow Lite* untuk implementasi pada aplikasi *mobile*. Pengujian dilakukan menggunakan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan jamur dengan akurasi sebesar 81,47% pada data uji. Selain fungsi identifikasi, aplikasi juga dilengkapi fitur informasi yang menampilkan deskripsi tiap spesies jamur. Pengujian pada perangkat Android menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa metode transfer learning pada arsitektur *MobileNetV2* efektif diterapkan untuk klasifikasi jamur berbasis citra pada perangkat *mobile*.

Kata kunci: Aplikasi Android, Jamur, Klasifikasi, *MobileNetV2*, *Transfer Learning*.

ABSTRACT

ANDROID BASED INFORMATION SYSTEM FOR MUSHROOM SPECIES DETECTION

By

M.ALIF KUMALA ZALNI

Mushrooms are organisms that play an important role in ecosystems and human life. However, morphological similarities between species, especially between edible and poisonous mushrooms, often lead to misidentification. With advancements in image processing and artificial intelligence, mushroom identification can now be performed automatically through mobile devices. This study aims to develop an Android-based mushroom detection information system using deep learning with a transfer learning approach on the MobileNetV2 architecture. The dataset consists of 9,987 images representing 10 mushroom species. The research process includes data preprocessing, image augmentation, model training, performance evaluation, and model conversion into TensorFlow Lite format for mobile implementation. Model evaluation was carried out using accuracy, precision, recall, and f1-score metrics. The results show that the model is capable of classifying mushrooms with an accuracy of 81.47% on the test dataset. In addition to identification features, the application also provides descriptive information for each mushroom species. Testing on Android devices indicates that the system operates properly. Thus, this research demonstrates that the transfer learning approach using the MobileNetV2 architecture is effective for image-based mushroom classification on mobile platforms.

Keywords: Android Application, Mushroom, Classification, MobileNetV2, Transfer Learning.

**SISTEM INFORMASI PENDETEKSI TANAMAN JAMUR BERBASIS
ANDROID**

Oleh

M.ALIF KUMALA ZALNI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapat Gelar
SARJANA TEKNIK**

pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2025

Judul Skripsi : **SISTEM INFORMASI PENDETEKSI TANAMAN
JAMUR BERBASIS ANDROID**

Nama Mahasiswa : **M. Alif Kumala Zabri**

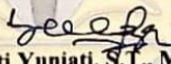
Nomor Pokok Mahasiswa : **1955031014**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**

MEYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Yetti Yuniati, S.T., M. T.
NIP 198001132009122002

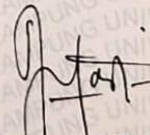
2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M. T.
NIP 197006091999031002



Sumadi, S.T., M. T.
NIP 197311042000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Misfa Susanto, S.T., M.Sc., Ph.D.



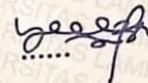
.....

Sekretaris : Dr. Ing, Melvi S.T., M. T.



.....

Penguji : Yetti Yuniati, S.T., M. T.



.....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng, Ir. Helmy Fitriawan, ST., M.Sc
NIP 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 03 September 2025

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menegaskan bahwa skripsi ini sepenuhnya merupakan hasil pemikiran dan penyusunan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat bagian dalam skripsi ini yang merupakan hasil karya pihak lain tanpa penyebutan sumber yang semestinya. Setiap gagasan, pendapat, maupun temuan yang berasal dari karya orang lain telah dicantumkan secara jelas melalui sitasi di dalam naskah dan dirujuk dalam daftar pustaka sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Apabila di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak sesuai dengan fakta, saya bersedia menerima konsekuensi dan sanksi sesuai dengan peraturan serta ketentuan hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 03 September 2025



M. Alif Kumala Zalni
NPM. 1955031014

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 22 Desember 2000, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari bapak Yusrizal Roni dan ibu Ida Eliyati.

Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN 2 Rawalaut Bandar Lampung pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Kartika II (Persit) Bandar Lampung pada tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas SMAN 2 Bandar Lampung pada tahun 2019. Pada tahun 2019 Penulis diterima di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Lampung, melalui jalur SMMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) selama dua periode kepengurusan, sebagai anggota Divisi Hubungan Masyarakat pada periode pertama dan sebagai kepala Divisi Hubungan Masyarakat pada periode kedua. Penulis juga bergabung dalam Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM-FT) sebagai anggota dinas Advokasi dan Kesejahteraan Mahasiswa. Penulis mengambil konsentrasi Telekomunikasi dan Teknologi Informasi. Penulis berkesempatan menjadi asisten praktikum Laboratorium selama 1 semester pada tahun 2021. Penulis pernah mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Studi Independen di PT. Orbit Future Academy yang berfokus pada *Artificial Intelligence* dan Magang di PT. Lite BIG sebagai Backend Engineer. Selain itu penulis juga mendapatkan satu kali pendanaan dari Belmawa pada program Wirausaha Desa (Wira Desa) pada tahun 2021.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Atas Izin Allah yang Maha Kuasa

KUPERSEMBAHKAN KARYA INI UNTUK

Bapak dan Ibu Tercinta

Yusrizal Roni dan Ida Eliyati

Keluarga Besar, Dosen, Teman dan Almamater.

MOTTO

“Allah tidak pernah menaruh tanggung jawab di bahu yang salah, jika kamu terpilih, berarti kamu mampu.”

(QS Al-Baqarah: 286)

“Jangan bandingkan prosesmu dengan hasil orang lain. Kamu punya waktu tumbuh sendiri.”

(Ferry Irwandi)

“Semua orang memiliki gilirannya masing-masing bersabar dan tungulah! itu akan datang sendirinya. Maksudku giliranmu.”

(Gold Roger)

SANWACANA

Puji Syukur bagi Allah Subbhanahu Wa Ta'ala atas limpahan nikmat dan karunia Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Sistem Informasi Pendeteksi Tanaman Jamur Berbasis Android”** sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang berperan penting dalam perjalanan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

1. Keluargaku ayah, bunda dan adik tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa agar penulis menyelesaikan apa yang telah dimulai.
2. Ibu Yetti Yuniati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran, ilmu dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Misfa Susanto, S.T., M.Sc., Ph.D. dan Ibu Dr. Ing, Melvi, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan dan kritik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
5. Bapak Sumadi, S.T., M.T., selaku Kepala Prodi Teknik Elektro Universitas Lampung.
6. Segenap Dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, wawasan, motivasi, dan pengalaman bagi Penulis.

7. Staff administrasi Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam hal administrasi dan hal-hal lainnya.
8. Ayu, Ridho, Kholid, Luthfi, Hans, Irsandi, Aqil, Hafidz, Nico, dan cesar rekan seperjuangan dalam skripsi.
9. Keluarga besar Angkatan ETERNITY 2019, selaku teman satu angkatan penulis yang menemani perjalanan dari awal hingga akhir status sebagai “mahasiswa” serta menjadi warna dalam dunia perkuliahan penulis.
10. Keluarga besar Himatro Unila, yang telah menjadi wadah dalam mengembangkan nilai-nilai organisasi bagi penulis.
11. Semua pihak yang terlibat dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini penulis ucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.

Bandar Lampung, 03 September 2025

M.Alif Kumala Zalni

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	19
1.1 Latar Belakang.....	19
1.2 Tujuan.....	22
1.3 Manfaat Penelitian	22
1.4 Rumusan Masalah	22
1.5 Batasan Masalah	23
1.6 Sistematika Penulisan	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Penelitian Terdahulu.....	25
2.2 Jamur	28
2.4 <i>Dataset</i>	29

2.5	<i>Data Augmentation</i>	30
2.6	<i>Transfer Learning</i>	31
2.7	<i>Google Colaboratory</i>	32
2.8	<i>Figma</i>	33
2.9	<i>Virtual Studio Code</i>	33
2.10	<i>Tensorflow Lite</i>	34
2.11	<i>Flutter</i>	35
2.12	<i>Confusion Matrix</i>	35
BAB III METODE PENELITIAN		38
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.2	Alat dan Bahan	38
	3.2.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	38
	3.2.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	38
3.3	Tahapan Penelitian	39
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	40
3.5	Indikator Keberhasilan	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	<i>Dataset</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	<i>Preprocessing Dataset</i>	Error! Bookmark not defined.
	4.2.1 <i>Resize</i> (Penyesuaian Ukuran Citra).....	Error! Bookmark not defined.
	4.2.2 <i>Augmentasi Data</i> (Modifikasi Citra).....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Pemrograman Model	Error! Bookmark not defined.
4.4	Pengujian Model dan Evaluasi Model.....	Error! Bookmark not defined.
	4.4.1 Pengujian Model.....	Error! Bookmark not defined.
	4.4.2 Evaluasi Model.....	Error! Bookmark not defined.

4.5	Konversi <i>Tf.lite</i> ke Aplikasi.....	Error! Bookmark not defined.		
4.6	Pemrograman Aplikasi	Error! Bookmark not defined.		
4.6.1	Fitur	Identifikasi		
	Jamur.....	Error! Bookmark not defined.		
4.6.2	Fitur	Informasi		
	Jamur.....	Error! Bookmark not defined.		
4.7	Pengujian Aplikasi	Error! Bookmark not defined.		
4.7.1	Pengujian	Fitur	Identifikasi	Tanaman
	Jamur.....	Error! Bookmark not defined.		
4.7.2	Pengujian	Fitur	Informasi	Tanaman
	Jamur.....	Error! Bookmark not defined.		
BAB V	KESIMPULAN	52		
5.1	Kesimpulan.....	52		
5.2	Saran	52		
	DAFTAR PUSTAKA	53		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Roadmap Penelitian Tedahulu	27
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.	39
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.	41
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Penelitian (Lanjutan).....	42
Gambar 3.4 <i>Dataset</i> Tedahulu.	44
Gambar 3.5 Contoh Salah Satu Jenis Jamur.	44
Gambar 3.6 Jumlah <i>Dataset</i> dan Jenis Jamur Pada <i>Dataset</i>	45
Gambar 3.7 Proses <i>Augmentasi</i> Data.	45
Gambar 3.8 Arsitektur <i>Mobilenetv2</i> Metode <i>Transfer Learning</i>	46
Gambar 3.9 Diagram Alir Aplikasi.	47
Gambar 3.10 Diagram Blok Aplikasi.....	48
Gambar 4.1 <i>Script Resize</i> dan <i>Augmentasi</i> Data.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Arsitektur <i>MobileNetV2</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Pengujian Data Uji (<i>Testing</i>) Jamur <i>Boletus Edulis</i>	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.4 Pengujian Data Uji (*Testing*) Jamur *Amanita Phalodes***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Pengujian Data Uji (*Testing*) Jamur *Auricularia Auriculajudae*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Pengujian Data Uji (*Testing*) Jamur *Chlorophyllum molybdites***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Proses dan Hasil *Training*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Perbandingan antara Akurasi Pelatihan (*Training Accuracy*) dan Akurasi Validasi (*Validation Accuracy*)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Perbandingan antara *Loss* Pelatihan (*Training Loss*) dan *Loss* Validasi (*Validation Loss*)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 *Confusion Matrix*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 *Classification Report*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Perubahan Model ke *Tensorflow Lite*.... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Tampilan *Home Screen* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Tampilan Identifikasi Jamur **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Tampilan Informasi Jamur **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Pengujian Aplikasi Fitur Identifikasi Tanaman Jamur**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Pengujian Aplikasi Fitur Informasi Tanaman Jamur . **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	26
Tabel 4.1 Jumlah <i>Dataset</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 <i>Augmentasi</i> data citra.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Pembagian <i>Dataset</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Pengujian Aplikasi	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur adalah organisme *eukariotik* yaitu makhluk hidup yang memiliki inti sel, dan termasuk dalam kelompok *fungi*. Organisme ini dapat ditemukan hampir di seluruh tempat, baik di daratan, perairan, maupun udara. Secara umum, jamur dikategorikan sebagai organisme heterotrof yang memperoleh nutrisi dari makhluk hidup lain dan berkembang biak dengan spora. Saat ini telah diidentifikasi ribuan spesies jamur yang berperan penting bagi kehidupan manusia maupun keseimbangan ekosistem [1].

Jamur merupakan organisme yang memiliki ciri khas berupa struktur hifa, yaitu benang-benang halus yang tumbuh dan menyebar pada substrat sebagai tempat hidupnya, serta menghasilkan spora sebagai alat reproduksi dan penyebaran. Dalam ekosistem, jamur berperan penting sebagai pengurai bahan organik, membentuk hubungan simbiotik dengan tanaman, serta dimanfaatkan dalam bidang pangan dan farmasi. Namun, kemiripan morfologi tubuh buah pada banyak spesies, khususnya jamur liar, sering menyebabkan kesalahan dalam proses identifikasi. Kesalahan tersebut berpotensi menimbulkan keracunan apabila jamur dikonsumsi tanpa pengenalan yang tepat. Selain itu, beberapa spesies jamur memiliki karakteristik patogenik dan berperan sebagai agen penyebab infeksi pada manusia, hewan, maupun tumbuhan [2].

Jamur merupakan kelompok organisme dengan jumlah spesies dan tingkat keanekaragaman yang sangat tinggi dibandingkan banyak organisme lainnya. Secara global, spesies jamur diperkirakan mencapai jutaan jenis, namun sebagian besar belum teridentifikasi secara ilmiah, sehingga penelitian di bidang ini masih sangat luas [3]. Indonesia sebagai negara megabiodiversitas dengan iklim tropis dan ekosistem yang beragam memiliki potensi keanekaragaman jamur yang besar. Berbagai habitat seperti hutan hujan tropis, lahan pertanian, dan pegunungan mendukung pertumbuhan berbagai spesies jamur. Namun, merujuk pada laporan yang dipublikasikan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia spesies jamur yang telah teridentifikasi di Indonesia tercatat sebanyak 2.273 jenis, yang setara 0,15% dari estimasi keanekaragaman spesies jamur tingkat global [4]. Hal ini menunjukkan masih banyak spesies jamur yang belum terdokumentasi akibat keterbatasan penelitian, tenaga ahli, serta sulitnya proses identifikasi karena kemiripan morfologi.

Klasifikasi makhluk hidup umumnya didasarkan pada konsep spesies dan genus. Identifikasi jamur dapat dilakukan melalui pengamatan terhadap ciri morfologinya, seperti ukuran, warna, serta bentuk tudung dan batang. Meskipun demikian, proses identifikasi jamur masih menghadapi kendala karena keberagaman spesies yang sangat tinggi, keterbatasan pengetahuan mengenai karakteristik jamur, serta minimnya tenaga ahli di bidang mikologi. Selain itu, tidak semua jenis jamur telah memiliki nama ilmiah, sementara sebagian lainnya bahkan tercatat dengan lebih dari satu nama [5].

Perkembangan teknologi informasi memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pemanfaatan sistem berbasis komputer, khususnya dalam bidang pengolahan citra digital, memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara lebih akseleratif dan efektif. Atas dasar itu penelitian ini mengembangkan aplikasi klasifikasi jamur berbasis perangkat *mobile* yang memungkinkan pengguna mengenali jenis jamur melalui citra yang diambil menggunakan kamera *smartphone*.

Proses klasifikasi jamur secara manual cenderung kompleks dan memerlukan keahlian khusus, sehingga dibutuhkan pendekatan berbasis kecerdasan buatan. Metode umum yang banyak digunakan adalah *machine learning*, yaitu pendekatan komputasi yang memungkinkan sistem belajar dari data tanpa diprogram secara eksplisit untuk setiap tugas tertentu. Salah satu cabangnya adalah *deep learning*, yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis untuk mengekstrak informasi secara otomatis dari data berukuran besar dan kompleks. Secara umum, arsitektur jaringan saraf tiruan terdiri atas lapisan *input*, satu atau lebih *hidden layer*, serta lapisan *output* [6].

Dalam bidang pengolahan citra, *Convolutional Neural Network (CNN)* salah satu arsitektur *deep learning* yang banyak digunakan untuk tugas klasifikasi gambar. Metode *transfer learning* umumnya dibangun di atas arsitektur *CNN* yang telah dilatih sebelumnya pada dataset berskala besar, seperti ImageNet. Model-model *CNN* seperti *MobileNetV2*, *InceptionV3*, dan *ResNet* telah terbukti mampu mengekstraksi fitur visual secara representatif dan efisien. Pada penelitian ini, digunakan model *MobileNetV2* karena arsitektur tersebut dirancang khusus untuk perangkat mobile dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Meskipun ringan, *MobileNetV2* tetap mampu menghasilkan performa akurasi yang kompetitif dalam tugas klasifikasi citra [7].

Dengan memanfaatkan keunggulan metode *transfer learning* yang dibangun di atas arsitektur *CNN*, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pendeteksi tanaman jamur berbasis Android yang mampu mengidentifikasi jenis jamur dari citra secara cepat dan akurat. Harapannya, aplikasi ini dapat menjadi solusi praktis bagi masyarakat umum dalam mengidentifikasi jenis tanaman jamur secara mandiri. Selain itu, sistem ini dirancang agar tetap optimal meskipun dijalankan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas. Implementasi pada platform Android memungkinkan pengguna melakukan identifikasi secara langsung melalui kamera atau unggahan gambar. Dengan pendekatan ini, diharapkan tingkat akurasi klasifikasi tetap tinggi tanpa mengorbankan efisiensi penggunaan memori dan kecepatan pemrosesan. Selain itu,

antarmuka aplikasi dirancang sederhana dan intuitif agar mudah digunakan oleh berbagai kalangan masyarakat.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancang bangun pendeteksi tanaman jamur berbasis android.
2. Mengimplementasikan *deep learning* menggunakan *transfer learning* untuk mengidentifikasi tanaman jamur berdasarkan bentuk dan warna.
3. Mengukur akurasi klasifikasi gambar jamur menggunakan *transfer learning*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penerapan metode *transfer learning* untuk klasifikasi gambar jamur.
2. Mengembangkan informasi dan pengetahuan mengenai implementasi dari metode *deep learning* dalam mengklasifikasi gambar.
3. Memudahkan khalayak umum dalam menentukan jenis tanaman jamur berdasarkan bentuk dan warna.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun pendeteksi tanaman jamur berbasis *android*?
2. Bagaimana mengimplementasikan *deep learning* menggunakan *transfer learning* untuk mengidentifikasi tanaman jamur berdasarkan bentuk dan warna?
3. Bagaimana mengukur akurasi klasifikasi gambar jamur menggunakan *transfer learning* untuk mendapatkan informasi mengenai tanaman jamur berdasarkan bentuk dan warna?

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subjek yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman jamur yang hidup di Indonesia.
2. Hanya mendeteksi tanaman jamur berdasarkan bentuk dan warna.
3. Hanya mendeteksi tanaman jamur dari class *Amanita Phalodes*, *Auricularia Auriculajudae*, *Boletus Edulis*, *Chloroehyllum*, *Molybdies*, *Coprinosis Atrametaria*, *Flammulia Velutipes*, *Ganoderma Applanatum*, *Ganoderma Luridum*, *Grifola Frondosa*, dan *Pleurotus Astreatus*.
4. Arsitektur yang digunakan terbatas pada *Mobilenetv2* dengan Metode *Transfer Learning*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan skripsi ini adalah sebagai berikut:

I. PENDAHULUAN

Pada pendahuluan memuat latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka memaparkan tentang landasan teori pendukung dan referensi materi yang diperoleh dari berbagai sumber mengenai identifikasi tanaman jamur.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian memaparkan waktu dan tempat, alat dan bahan, tahapan penelitian, diagram alir penelitian, dan indikator keberhasilan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan menjelaskan hasil penelitian, pembahasan, dan perhitungan kinerja yang diusulkan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada kesimpulan dan saran memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran yang didasarkan pada hasil yang telah didapatkan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam konteks penelitian, kajian terhadap penelitian terdahulu memiliki peranan yang sangat penting untuk memahami keterkaitan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Melalui telaah tersebut, dapat dihindari terjadinya duplikasi atau penjiplakan hasil penelitian, serta memperoleh arah pengembangan metode yang lebih relevan dan efektif dengan bidang kajian yang diangkat.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan teknik kecerdasan buatan untuk klasifikasi citra jamur. John Heland Jasper C. Ortega (2020) dalam penelitiannya yang berjudul *Analysis Of Performance Of Classification Algorithms In Mushroom Poisonous Detection Using Confusion Matrix Analysis*. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jamur beracun atau tidak. Klasifikasi dilakukan dengan pendekatan beberapa Teknik *Decision Tree*, *KNN*, *Naïve Bayes* dan *Logistic Regression*. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa akurasi paling bagus adalah *KNN* sebesar 87,9% [8].

Devika G dan Asha Gowda Karegowda (2021) dalam penelitiannya yang berjudul *Identification Of Edible and Non-Edible Mushroom Through Convolution Neural Network*. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan terhadap citra jamur untuk mengidentifikasi jamur beracun atau tidak. Klasifikasi dilakukan dengan pendekatan beberapa Teknik seperti *DCNN*, *Support Vector Machine (SVM)*, *Decision Tree*, *KNN*,

dan *Naïve Bayes*. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa akurasi paling bagus adalah *DCNN* sebesar 93% [9].

Aaditya Prasad Gupta (2022) dalam penelitiannya yang berjudul *Classification Of Mushroom Using Artificial Neural Network*. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan terhadap citra jamur untuk mengidentifikasi jamur beracun atau tidak. Klasifikasi dilakukan dengan pendekatan *Artificial Neural Networks*. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa akurasi sebesar 100% [10].

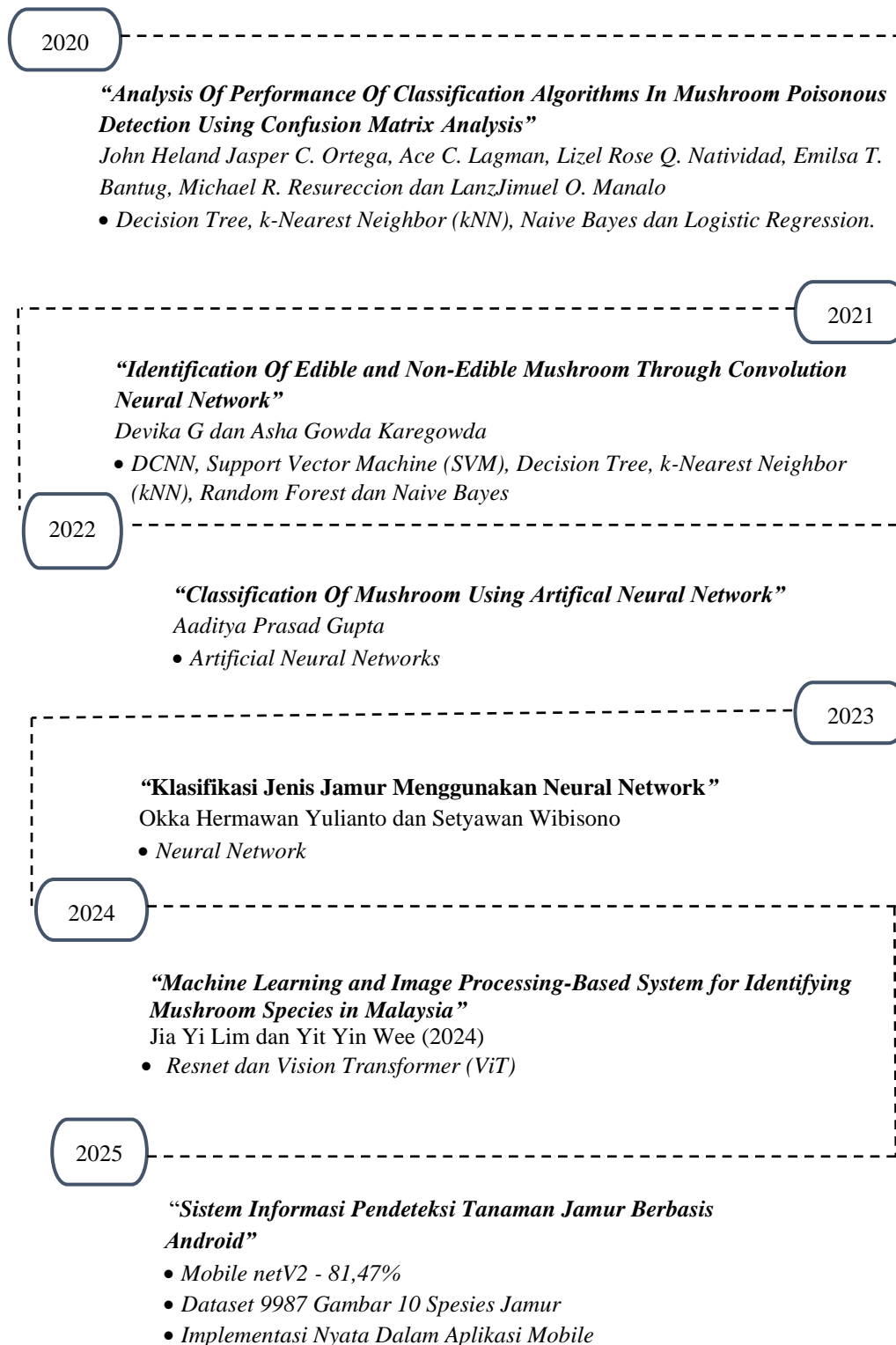
Okka Hermawan Yulianto dan Setyawan Wibisono (2023) dalam penelitiannya yang berjudul *Klasifikasi Jenis Jamur Menggunakan Metode Neural Network dengan Fitur Inception-V3*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi *Neural Network* dengan menggunakan model *Inception-V3* sebagai proses ekstraksi fitur pada citra untuk pengklasifikasian jenis jamur berdasarkan genus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Neural Network* dengan fitur *Inception-V3* memperoleh akurasi sebesar 82,5% [11].

Nur Izzati Zainal Abidin, Mohd. Zamri Hasan, dan Nor Ashidi Mat Isa (2024) dalam penelitiannya yang berjudul *Machine Learning and Image Processing-Based System for Identifying Mushroom Species in Malaysia*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem identifikasi spesies jamur di Malaysia berbasis pengolahan citra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *SVM* memperoleh akurasi sebesar 98,79% [12].

Beragam penelitian terdahulu yang menjadi dasar dan perbandingan bagi penelitian ini dirangkum dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No	Judul Jurnal	Penulis/Tahun	Metode	Hasil
1	<i>Analysis Of Performance Of Classification Algorithms In Mushroom Poisonous Detection Using Confusion Matrix Analysis</i>	John Heland Jasper C. Ortega (2020) [8]	<i>Decision Tree, KNN, Naive Bayes dan Logistic Regression</i>	Hasil dari analisis menunjukkan bahwa akurasi paling bagus adalah KNN sebesar 87,9%.
2	<i>Identification Of Edible and Non-Edible Mushroom Through Convolution Neural Network</i>	Devika G dan Asha Gowda Karegowda (2021) [9]	<i>DCNN, SVM, kNN, dan Naive Bayes</i>	Analisis menunjukkan bahwa akurasi paling bagus adalah DCNN sebesar 93%.
3	<i>Classification Of Mushroom Using Artificial Neural Network</i>	Aaditya Prasad Gupta (2022) [10]	<i>Artificial Neural Networks</i>	Hasil dari analisis menunjukkan bahwa akurasi sebesar 100%.
4	<i>Klasifikasi Jenis Jamur Menggunakan Neural Network dengan Fitur Inception-V3</i>	Okka Hermawan Yulianto dan Setyawan Wibisono (2023) [11]	<i>Neural Network</i>	Hasil dari analisis menunjukkan bahwa metode <i>Neural Network</i> memperoleh akurasi sebesar 82,5%.
5.	<i>Machine Learning and Image Processing-Based System for Identifying Mushroom Species in Malaysia</i>	Jia Yi Lim dan Yit Yin Wee (2024) [12]	<i>ResNet dan Vision Transformer (ViT)</i>	Hasil dari analisis menunjukkan bahwa metode <i>Vision Transformer (ViT)</i> memperoleh akurasi sebesar 90,47%.



Gambar 2.1 Roadmap Penelitian Tedahulu

2.2 Jamur

Jamur merupakan organisme eukariotik dari kelompok Fungi yang memiliki dinding sel, tidak berklorofil, dan memperoleh nutrisi secara heterotrof dari bahan organik lain. Organisme ini memiliki struktur khas berupa hifa yang membentuk miselium serta berkembang biak melalui spora, dan dapat ditemukan di berbagai habitat seperti tanah, kayu, bahan organik, hingga lingkungan perairan. Berdasarkan cara hidupnya, jamur dapat bersifat saprofit, parasit, maupun simbiosis mutualisme, serta berperan penting sebagai pengurai dalam ekosistem. Selain fungsi ekologisnya, beberapa jenis jamur konsumsi (*edible mushrooms*) memiliki nilai gizi tinggi karena mengandung protein, vitamin, mineral, dan serat, namun rendah kalori serta bebas kolesterol, sehingga bermanfaat bagi kesehatan, termasuk sebagai antioksidan, pendukung sistem imun, dan berpotensi membantu mengurangi risiko penyakit tertentu [13].

Karena tidak memiliki klorofil, jamur digolongkan sebagai organisme heterotrof yang memperoleh nutrisi dari makhluk hidup lain. Secara umum, jamur hidup secara saprofit dengan menguraikan bahan organik, seperti sisa organisme mati, menjadi senyawa anorganik. Selain itu, terdapat pula jenis jamur yang bersifat parasit, yaitu mengambil zat organik dari inangnya, serta jamur yang hidup secara simbiosis mutualisme. Meskipun mayoritas jamur tumbuh di lingkungan daratan, terdapat pula sejumlah spesies hidup di wilayah perairan berinteraksi dengan organisme. Jamur ditemukan di habitat air umumnya bersifat parasit dan sebagian besar termasuk ke dalam kelompok Oomycetes.

Di antara berbagai jenis organisme, jamur dikenal sebagai salah satu kelompok yang paling produktif dalam menghasilkan enzim degradatif, yaitu enzim yang memiliki kemampuan untuk menguraikan berbagai bahan organik secara langsung menjadikan jamur memiliki peran penting sebagai agen pengurai alami yang berkontribusi dalam proses daur ulang materi organik serta berperan sebagai dekomposer utama dalam siklus biogeokimia.

2.3 Deep Learning

Deep learning salah satu bentuk algoritma pada *artificial neural network* yang memanfaatkan metadata sebagai masukan dan memprosesnya melalui *hidden layer* dengan transformasi nonlinier untuk menghasilkan keluaran. Keunggulan utama dari algoritma ini terletak pada kemampuannya mengekstraksi fitur secara otomatis, sehingga sistem dapat mengenali pola dan karakteristik penting dari data tanpa perlu intervensi eksplisit dalam pemilihan fitur. Pendekatan ini memiliki peran krusial dalam kemajuan bidang kecerdasan buatan karena mampu mengurangi kompleksitas proses pemrograman serta meningkatkan efisiensi proses pembelajaran [14].

Deep learning dijelaskan sebagai bagian dari *machine learning* yang terdiri atas algoritma untuk memodelkan abstraksi tingkat tinggi dalam data menggunakan fungsi-fungsi transformasi non-linier yang disusun bertingkat. Teknik dan algoritma *deep learning* dapat diterapkan untuk pembelajaran yang diawasi (*supervised*), tidak diawasi (*unsupervised*), dan semi-diawasi (*semi-supervised*) dalam berbagai aplikasi seperti *pengenalan gambar*, identifikasi suara, dan pengelompokan teks [6].

2.4 Dataset

Dataset merupakan sekumpulan data historis yang telah tersusun secara terorganisir dan siap diolah menjadi informasi baru. Umumnya, *dataset* terdiri atas satu atau lebih tabel yang berisi sejumlah baris data hasil permintaan (*query*) dari basis data. Di dalam memori, baris-baris pada *dataset* dapat ditambahkan, dihapus, maupun diperbarui sesuai kebutuhan [15]. *Dataset* terdapat dua macam, yaitu:

1. *Private Dataset*

Private dataset adalah kumpulan data yang dikumpulkan dan dikelola oleh lembaga tertentu dan digunakan sebagai objek penelitian. Contohnya meliputi data dari institusi keuangan, pusat medis, pusat pendidikan, maupun swasta [16].

2. *Public Dataset*

Public dataset adalah kumpulan data yang tersedia secara terbuka dan dapat diakses melalui *public repository*. *Dataset* ini biasanya disediakan untuk mendukung penelitian atau pengujian terhadap metode yang dikembangkan oleh para peneliti di bidang *data mining* [15].

2.5 Data Augmentation

Data augmentation adalah teknik pemrosesan data yang bertujuan untuk memperluas jumlah dan variasi data latih tanpa harus mengumpulkan data baru secara manual. Teknik ini menciptakan representasi yang berbeda dari entitas yang sama sehingga model pembelajaran mesin dapat mengenali lebih banyak variasi pola dalam *dataset*. Dengan meningkatkan variasi data yang tersedia, *data augmentation* membantu model mempelajari fitur yang lebih kaya dan meningkatkan akurasi prediksi, terutama pada kasus *dataset* yang terbatas [17].

Penerapan *data augmentation* berperan penting dalam meningkatkan performa proses *training* dengan menambah keragaman data dan mencegah terjadinya *overfitting*, yaitu kondisi ketika model terlalu terpaku pada data pelatihan tertentu. Operasi *augmentasi* umumnya dilakukan melalui berbagai bentuk transformasi, yang dapat diterapkan secara tunggal maupun kombinasi, di antaranya:

1. *Rotasi*: memutar citra dengan sudut tertentu dalam rentang 0–180°.
2. *Zoom*: memperbesar atau memperkecil citra sesuai dengan skala yang ditentukan.
3. *Flip*: membalik citra secara horizontal maupun vertical.
4. *Shift*: menggeser posisi citra ke arah tertentu, seperti kanan, kiri, atas, atau bawah dengan skala tertentu.
5. *Shear*: melakukan transformasi geser acak terhadap citra untuk menghasilkan variasi bentuk baru [18].

2.6 Transfer Learning

Transfer learning adalah teknik dalam *deep learning* di mana model yang sudah dilatih pada *dataset* besar digunakan kembali untuk menyelesaikan masalah serupa namun berbeda. Ini memungkinkan kita untuk memanfaatkan pengetahuan dari model pra-latih dan menyesuaikannya dengan *dataset* kecil atau masalah yang lebih spesifik.

Mobilenetv2 adalah model *CNN* yang ringan dan efisien, yang sangat cocok untuk diterapkan dalam *transfer learning*, terutama ketika kita memiliki *dataset* terbatas [19].

Struktur *Transfer learning* dengan *mobilenetv2*:

1. Feature Learning (Feature Extraction Layer)

- a. Pemanfaatan lapisan *feature extraction* dari model pra-latih seperti *MobileNetV2* sebagai komponen awal dalam arsitektur. Lapisan awal dari *MobileNetV2* hasil pelatihan pada *dataset* besar seperti *ImageNet* memiliki kemampuan dalam mengenali berbagai fitur visual umum seperti tepi, tekstur, dan pola dasar.
- b. Kondisi lapisan awal biasanya berada dalam keadaan beku (*freeze*), sehingga bobot-bobotnya tetap dan tidak mengalami perubahan selama proses pelatihan ulang. Fokus pelatihan lebih diarahkan pada lapisan-lapisan akhir untuk disesuaikan dengan tugas klasifikasi spesifik.
- c. Proses ekstraksi fitur tetap dijalankan oleh komponen *depthwise separable convolutions* dari *MobileNetV2* terhadap citra *input*, tanpa memerlukan pelatihan ulang seluruh model dari awal.

2. Fine-Tuning

- a. Pada kondisi ketersediaan *dataset* dalam jumlah besar, pembukaan (*unfreeze*) sebagian lapisan atas *MobileNetV2* memungkinkan penyesuaian terhadap karakteristik visual khusus dari data jamur.
- b. Sensitivitas model terhadap perbedaan halus antar spesies jamur dapat ditingkatkan melalui proses *fine-tuning*, dengan tetap mempertahankan manfaat pengetahuan umum yang diperoleh dari *dataset ImageNet*.

3. *Classification Layer*

- a. Penambahan lapisan *fully connected* dan *softmax* setelah proses ekstraksi fitur berfungsi sebagai tahap klasifikasi akhir. Untuk tugas klasifikasi jamur, penggunaan beberapa lapisan *dense* tambahan dapat disesuaikan dengan kebutuhan jumlah kelas target.
- b. Penggantian bagian akhir model (*output layer*) dari *MobileNetV2* dilakukan untuk mengarahkan prediksi pada kelas-kelas jamur yang ditentukan, dengan menyesuaikan jumlah neuron berdasarkan jumlah spesies dalam *dataset*.

4. *Global Average Pooling*

Penggunaan *Global Average Pooling* untuk mereduksi dimensi hasil ekstraksi fitur sebelum memasuki lapisan klasifikasi. Fungsi utama dari proses ini yaitu untuk menurunkan risiko *overfitting* serta mengurangi kompleksitas model melalui pengurangan jumlah parameter. Teknik ini juga mempertahankan representasi spasial *global* dari fitur tanpa menambahkan bobot baru ke dalam jaringan.

2.7 *Google Colaboratory*

Google Colaboratory atau *Google Colab* merupakan layanan berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna menulis, mengeksekusi, serta membagikan kode program secara daring melalui integrasi dengan *Google Drive*. Platform ini memiliki fungsi serupa dengan *Jupyter Notebook*, namun sepenuhnya dioperasikan melalui peramban web seperti *Mozilla Firefox* atau *Google Chrome* [20].

Keunggulan utama *Google Colab* adalah kemampuannya menjalankan kode Python tanpa memerlukan proses instalasi atau konfigurasi tambahan di perangkat lokal, karena seluruh komputasi dilakukan di lingkungan *cloud*. Selain itu, *Google Colab* juga mendukung kolaborasi secara real-time, sehingga beberapa pengguna dapat bekerja bersama dalam satu dokumen yang sama. Fitur ini memudahkan proses eksperimen, pembelajaran kode, serta pengembangan proyek bersama. Platform ini juga telah

dilengkapi dengan berbagai *built-in library* untuk mendukung kebutuhan *machine learning* dan *data analysis* secara langsung.

2.8 Figma

Figma adalah alat desain antarmuka (*UI/UX*) berbasis *web* yang digunakan untuk merancang tampilan aplikasi, prototipe interaktif, serta kolaborasi desain secara *real-time*. *Figma* memungkinkan perancang dan pengembang untuk bekerja bersama dalam satu *platform* tanpa perlu menginstal perangkat lunak tambahan, karena semua aktivitas dilakukan langsung di *browser* atau melalui aplikasi *desktop Figma* [21].

1. Desain *UI/UX* interaktif Memungkinkan pembuatan *wireframe*, *mockup*, dan prototipe dengan antarmuka yang intuitif.
2. Kolaborasi *real-time* Beberapa pengguna dapat mengedit dan memberikan komentar pada desain yang sama secara bersamaan.
3. Kompatibel lintas *platform* dapat dijalankan di *Windows*, *macOS*, maupun *Linux* melalui *browser*.

2.9 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah alat pengeditan kode yang bersifat ringan, tersedia tanpa biaya, dan mendukung berbagai sistem operasi. Aplikasi ini dikembangkan oleh *Microsoft*. *Visual Studio Code* dapat diartikan sebagai perangkat lunak yang menyediakan lingkungan terintegrasi untuk mendukung seluruh proses pengembangan aplikasi, mulai dari awal hingga akhir [22]. Dirancang untuk mendukung berbagai kebutuhan pengembangan dan bahasa pemrograman, *VS Code* menawarkan fitur utama seperti penyorotan sintaksis, debugging, integrasi dengan sistem kontrol versi, terminal bawaan, serta dukungan ekstensi yang dapat disesuaikan guna meningkatkan efisiensi kerja.

2.10 Tensorflow Lite

TensorFlow Lite (TFLite) adalah versi ringan dari *framework TensorFlow* yang dirancang khusus untuk implementasi model pembelajaran mesin (*machine learning*) pada perangkat *mobile*, seperti *smartphone* dan *embedded devices* [23]. *TensorFlow Lite* memungkinkan model *deep learning* yang telah dilatih untuk dijalankan dengan efisien di perangkat dengan sumber daya terbatas, baik dari segi memori, daya komputasi, maupun konsumsi baterai.

TensorFlow Lite digunakan terutama dalam kasus di mana model *deep learning* perlu dijalankan secara lokal (*offline*) tanpa koneksi internet dan tanpa bergantung pada *server cloud*. Hal ini membuatnya sangat ideal untuk pengembangan aplikasi *mobile* yang membutuhkan kecepatan prediksi tinggi dan latensi rendah, seperti aplikasi deteksi objek, klasifikasi gambar, pengenalan suara, dan sebagainya.

TensorFlow Lite memiliki dua komponen utama:

1. *Converter* Mengubah model *TensorFlow* (.pb atau .h5) menjadi format *.tflite*, yaitu format terkompresi dan teroptimasi.
2. *Interpreter* Digunakan untuk menjalankan model *.tflite* di perangkat *mobile* (*Android/iOS*) dengan efisiensi tinggi.

Keunggulan *TensorFlow Lite*:

1. Ukuran model lebih kecil, karena melalui proses kuantisasi dan optimasi.
2. Efisiensi tinggi, memungkinkan pemrosesan lebih cepat di perangkat *mobile*.
3. Tidak memerlukan koneksi internet, karena model berjalan sepenuhnya di sisi *client*.
4. Kompatibel dengan berbagai *framework mobile*, seperti *Android (Java/Kotlin)*, *Flutter*, dan *iOS*.

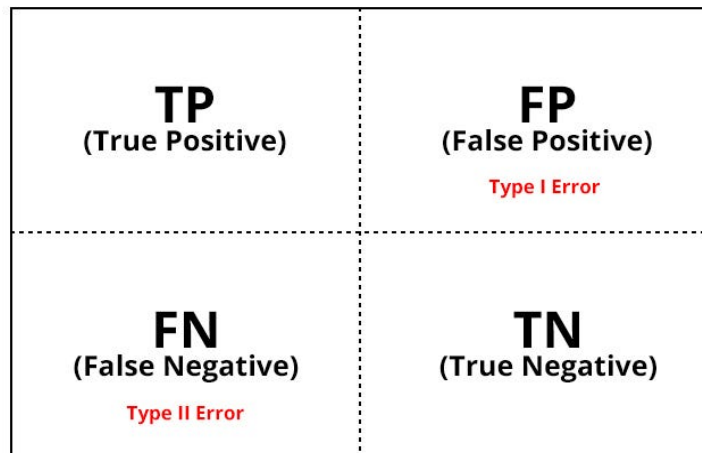
2.11 *Flutter*

Flutter merupakan sebuah *framework* dan *Software Development Kit (SDK)* bersifat *open-source* yang dikembangkan oleh *Google* untuk membangun aplikasi lintas platform dengan performa tinggi. Melalui satu basis kode (*single codebase*), pengembang dapat membuat dan memublikasikan aplikasi untuk berbagai platform seperti Android, iOS, web, maupun desktop. Salah satu fitur unggulan *Flutter* adalah *hot reload*, yang memungkinkan pengembang melihat hasil perubahan kode secara langsung tanpa perlu melakukan proses kompilasi atau *build* ulang [24].

Bahasa pemrograman utama yang digunakan dalam *Flutter* adalah *Dart*, yang juga dikembangkan oleh *Google* sebagai bahasa pemrograman serbaguna (*general-purpose programming language*). *Dart* memiliki sintaks yang mirip dengan *Java* dan *JavaScript*, sehingga mudah dipelajari oleh pengembang yang telah familiar dengan bahasa tersebut. Bahasa ini mendukung pemrograman bertipe dinamis dan dirancang untuk menghasilkan kinerja tinggi pada aplikasi modern. Selain untuk pengembangan aplikasi mobile, *Dart* juga dapat digunakan pada berbagai konteks lain seperti *web front-end*, *backend (CLI)*, *Internet of Things (IoT)*, hingga pengembangan gim (*game development*).

2.12 *Confusion Matrix*

Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang digunakan untuk menilai performa suatu model klasifikasi yang telah dilatih menggunakan data berlabel (*supervised data*). Melalui tabel ini, dapat diketahui seberapa baik model mampu membedakan antara kelas yang benar dan kelas yang salah [25]. Berdasarkan informasi yang dihasilkan dari *confusion matrix*, berbagai metrik evaluasi seperti *accuracy*, *recall*, *precision*, dan *F-score* dapat dihitung untuk menggambarkan kualitas prediksi model terhadap data uji. Secara umum, *confusion matrix* terdiri atas empat elemen utama yang menggambarkan hasil klasifikasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 *Confusion Matrix*

- *True Positive (TP)*, kondisi ketika model berhasil mengklasifikasikan data ke dalam kelas *positif* (ya/*TRUE*) dan hasil aktualnya juga berada pada kelas yang sama.
- *True Negative (TN)*, kondisi ketika model mengidentifikasi data sebagai *negatif* (tidak/*FALSE*) dan hasil aktualnya memang termasuk dalam kelas negatif.
- *False Positive (FP)*, kondisi ketika model memprediksi data sebagai *positif* (ya/*TRUE*), padahal sebenarnya data tersebut termasuk dalam kelas *negatif* (*FALSE*).
- *False Negative (FN)*, kondisi ketika model mengklasifikasikan data sebagai *negatif* (tidak/*FALSE*), namun pada kenyataannya data tersebut merupakan kelas *positif* (*TRUE*).

1. Accuracy

Accuracy merupakan pengukuran seberapa benar sebuah sistem dapat mengklasifikasi dari keseluruhan. Akurasi dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1) berikut

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \dots \dots \dots (2.1)$$

2. *Precision*

Precision merupakan perbandingan jumlah data yang kategori *positif* yang diklasifikasikan secara benar oleh sistem dan keseluruhan data yang terklasifikasi positif. *Precision* dapat dihitung menggunakan persamaan (2.2) berikut

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \dots \dots \dots (2.2)$$

3. *Recall*

Recall merupakan pengukuran untuk data dengan klasifikasi positif yang benar oleh sistem. *Recall* dapat dihitung menggunakan persamaan (2.3) berikut

$$Recal = \frac{TP}{TP+FN} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. *F1-Score*

F1-Score bertujuan untuk menghitung kombinasi dari *precision* dan *recall*. *F1-Score* akan menggunakan *harmonic mean* dari *presisi* dan *recall*. *F1-score* dapat dihitung menggunakan persamaan (2.4) berikut

$$F1 - Score = 2x \frac{Precision \times Recal}{Precision + Recal} \dots \dots \dots (2.4)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023 – September 2025 di Laboratorium Teknik Pengukuran Besaran Listrik, Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada skripsi ini:

3.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*):

1. Laptop sebagai media mengolah data dan perancang *system* aplikasi dengan spesifikasi:
 - a. Sistem Operasi: *Windows* 11 Pro 64-bit
 - b. *Processor*: *AMD Ryzen* 7 5000U
 - c. *RAM*: 8GB *DDR4*
 - d. Penyimpanan: *SSD NVME* 512 GB
2. *Smartphone android* untuk simulasi aplikasi *android*

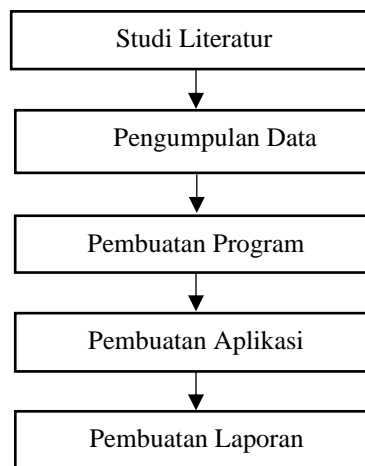
3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

1. *Goggle colab* untuk pelatihan dan pengujian *dataset* dengan citra gambar tanaman jamur sebagai *dataset*
2. *Figma* sebagai tempat untuk merancang antarmuka pengguna (*UI*) aplikasi secara visual dan interaktif sebelum diimplementasikan ke dalam kode.

4. *Goggle Play Console* Digunakan untuk proses publikasi aplikasi *Android* yang telah selesai dikembangkan ke dalam *platform Google Play Store*.

3.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahap-tahap yang dilakukan untuk menyusun penelitian ini:



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur Merupakan tahapan awal penelitian untuk mempelajari suatu Pustaka dasar teori yang digunakan untuk menunjang penelitian. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pemahaman tentang konsep dan metode yang berkaitan dengan tanaman jamur, *deep learning* dan Perancangan Sistem *Android*. Penelitian ini menggunakan dasar teori berupa lektur, publikasi ilmiah, dan riset terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ini berfungsi sebagai *dataset* utama dalam pengujian serta pelatihan model yang dikembangkan

3. Pembuatan Program

Proses pembuatan program dilakukan untuk mengimplementasikan hasil dari studi literatur dan kegiatan bimbingan yang telah dilakukan. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Python*, dengan data yang telah dikumpulkan sebelumnya sebagai bahan pelatihan.

4. Pembuatan Aplikasi

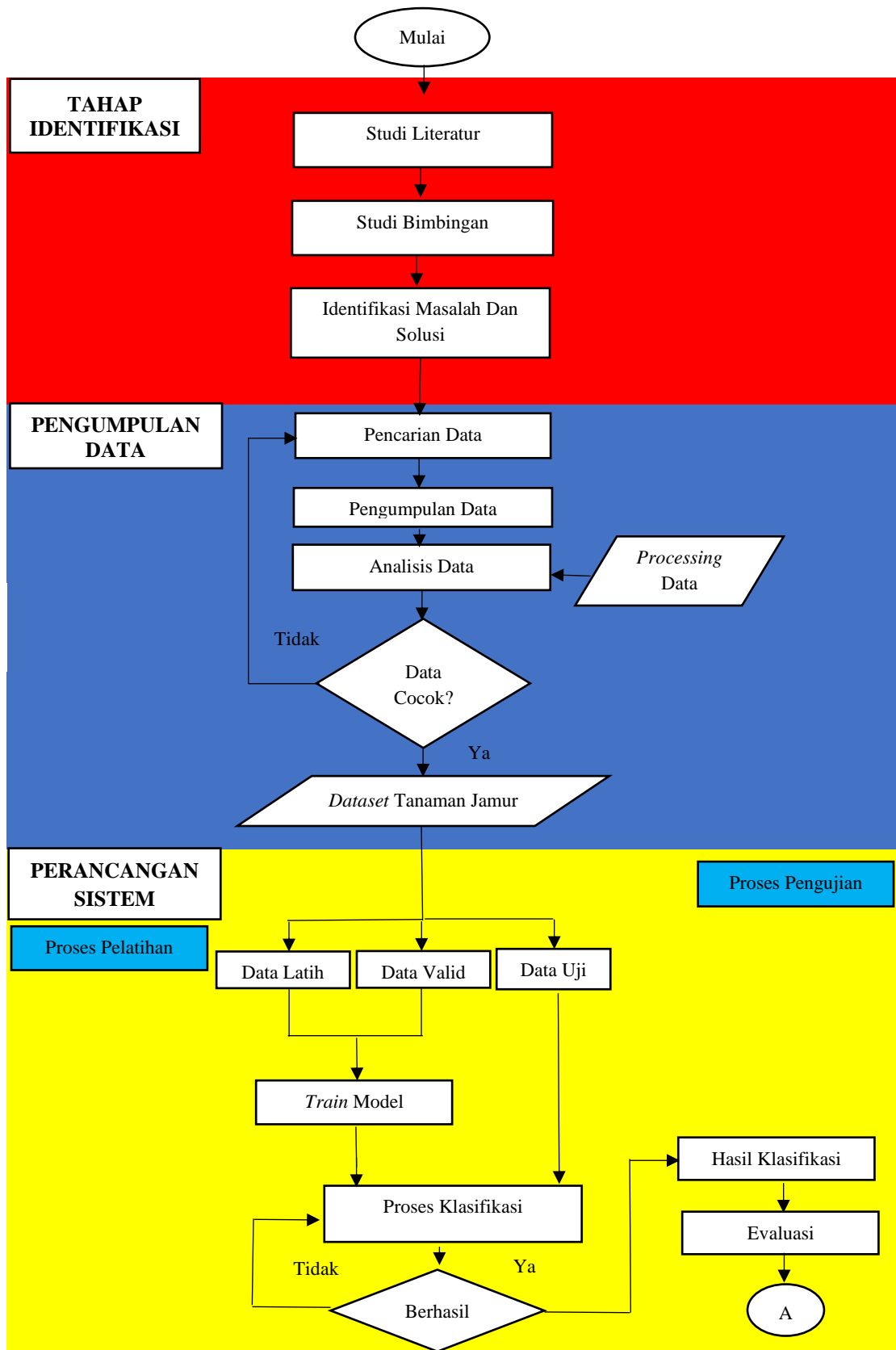
Pembuatan Aplikasi ini mengimplementasikan dari hasil data-data yang sudah dikumpulkan dan sudah mendapatkan model yang tingkat akurasi yang tinggi dengan metode pengembangan aplikasi identifikasi tanaman jamur berdasarkan warna dan bentuk.

5. Pembuatan Laporan

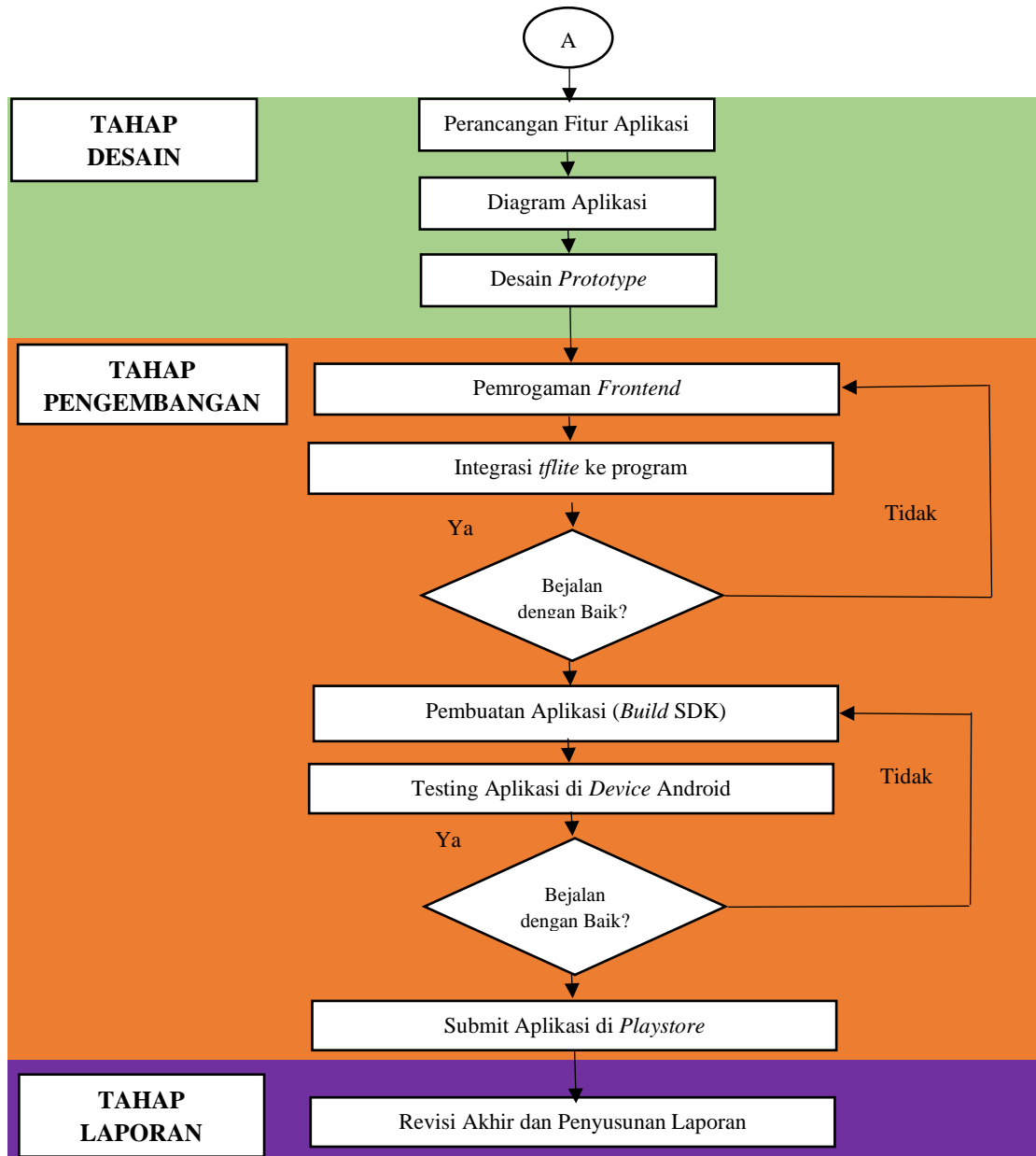
Penyusunan Laporan ini dilakukan dengan menuliskan seluruh hasil yang telah diperoleh selama proses penelitian. Laporan ini disusun secara sistematis dan berdasarkan data serta dapat dipertanggungjawabkan.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Penyusunan prosedur penelitian dilakukan secara sistematis sebagai bentuk penyajian langkah-langkah utama dalam keseluruhan proses penelitian. Penyajian alur kegiatan ditampilkan secara visual dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) yang tercantum pada Gambar 3.2. Visualisasi ini berfungsi sebagai representasi struktural dari rangkaian tahapan utama, dimulai dari bagian awal hingga bagian akhir sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Penelitian (Lanjutan).

Berdasarkan Gambar 3.2 Diagram alir tahap penelitian memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi

Tujuan utama dari tahap identifikasi adalah memastikan efektivitas rancangan aplikasi serta menentukan arah dan sasaran. Pada tahap ini terdapat beberapa objek yang difokuskan oleh peneliti, yaitu:

a. Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan dengan menelaah serta memahami berbagai sumber referensi yang relevan dengan topik penelitian. Literatur yang digunakan mencakup jurnal ilmiah, riset terdahulu, buku digital, dan website terkait tanaman jamur, *Deep Learning*, dan *Android*.

b. Studi Bimbingan

Tahapan studi bimbingan dilaksanakan dengan diskusi bersama dosen pembimbing guna memperoleh arahan dan masukan yang membantu dalam memperbaiki serta menyempurnakan proses penelitian.

c. Identifikasi Masalah dan Solusi

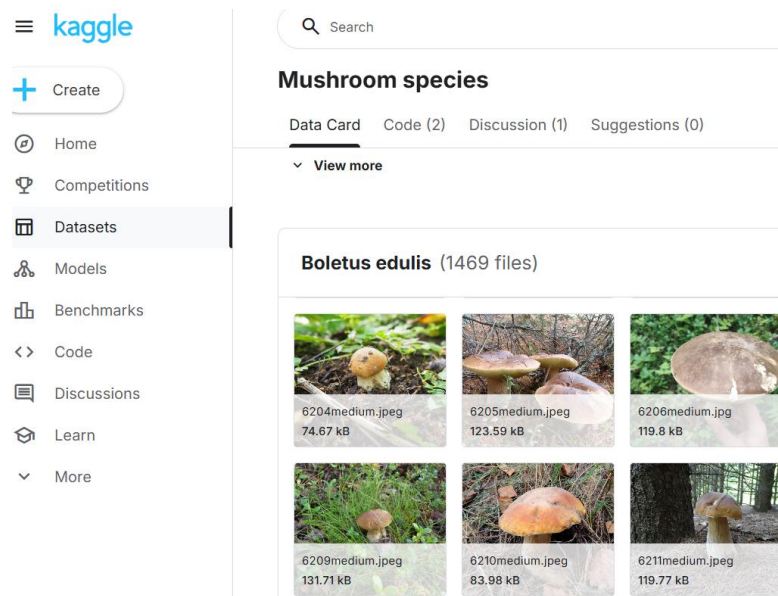
Melalui proses ini, peneliti dapat mengetahui faktor-faktor penyebab masalah serta merumuskan langkah-langkah solutif yang tepat guna menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap Pengumpulan Data meliputi beberapa rancangan tahap untuk mendapatkan dataset yang dikumpulkan dari berbagai sumber seperti pengambilan data secara langsung, dataset terdahulu, dan Internet dan dikumpulkan menjadi satu dataset untuk digunakan pada penelitian ini.

a. Pencarian Data

Kegiatan ini dilakukan dengan mencari beberapa data gambar-gambar jenis tanaman jamur yang berbeda dari beberapa sumber yang berbeda seperti pengambilan data secara langsung, *dataset* terdahulu, dan Internet. Proses pencarian dilakukan secara selektif agar memperoleh data yang bervariasi dan relevan dengan kebutuhan penelitian. Selain itu, dilakukan verifikasi terhadap kualitas dan keaslian gambar untuk memastikan bahwa citra yang diperoleh sesuai dengan kategori yang dibutuhkan. Data yang terkumpul kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenis untuk mempermudah proses *labeling*.













Gambar 3.4 *Dataset* Terdahulu



Gambar 3.5 Contoh Salah Satu Jenis Jamur

b. Pengumpulan Data

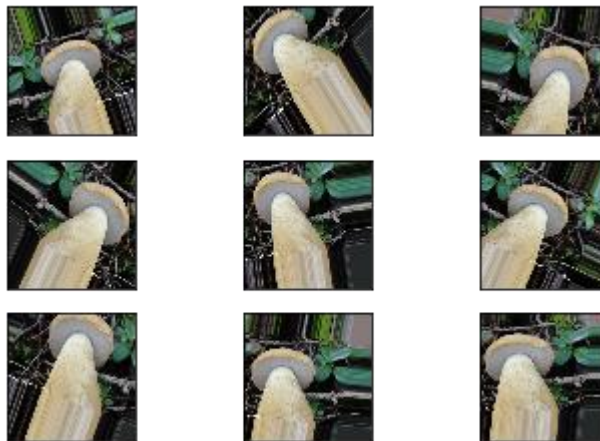
Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan data gambar-gambar jenis tanaman jamur yang berbeda yang sudah dicari sebelumnya untuk dijadikan *dataset* pada laporan akhir ini.

Type:	File folder	 Amanita phalodes
Location:	E:\dataset 10 class	 Auricularia auriculajudae
Size:	7,45 GB (8.004.289.611 bytes)	 boletus Edulis
Size on disk:	7,47 GB (8.024.797.184 bytes)	 Chloroethylum Molybdites
Contains:	9.987 Files, 10 Folders	 Coprinopsis atrametaria
		 Flamnulia Velutipes
		 Ganoderma applanatum
		 Ganoderma Luridum
		 Grifola frondosa
		 Pleurotus astreatus

Gambar 3.6 Jumlah *Dataset* dan Jenis Jamur Pada *Dataset*

c. Analisa Data

Kegiatan ini dilakukan dengan mengoptimalkan *dataset* yang telah di dapat dengan *augmentasi* data untuk memperbanyak *dataset* dan mengolah data dengan *image posecing* untuk menentukan ukuran *pixel*, kecerahan gambar, dan warna *dataset* supaya mendapatkan *dataset* yang optimal.



Gambar 3.7 Proses *Augmentasi* Data

3. Tahap Perancangan Sistem

Tahap Perancangan Sistem merupakan tahapan klasifikasi *dataset* yang terdiri dari gambar tanaman jamur yang telah dilabeli berdasarkan nama spesiesnya dan data akan di bagi menjadi tiga yaitu data *train*, *test*, dan *valid* yang akan diinputkan ke arsitektur *mobilenetv2* yang telah dibuat untuk menilai akurasi sistem yang telah dibuat.

a. Proses Klasifikasi

Proses Klasifikasi adalah model *deep learning* arsitektur *MobileNetV2*, dilatih untuk mengenali pola-pola visual dari gambar jamur seperti warna, bentuk, dan tekstur. Model mempelajari ciri khas dari tiap kelas jamur.

```
# Fit model dengan menggunakan class weights dan checkpointing
history = model.fit(
    train_gen,
    epochs=80, # Jumlah epoch yang diinginkan
    validation_data=valid_gen,
    steps_per_epoch=train_gen.samples // train_gen.batch_size,
    validation_steps=valid_gen.samples // valid_gen.batch_size,
    class_weight=class_weight_dict, # Menggunakan class weight
    callbacks=[checkpoint] # Menggunakan ModelCheckpoint untuk
)
```

Gambar 3.8 Arsitektur *Mobilenetv2* Metode *Transfer Learning*

b. Hasil Klasifikasi

Hasil Klasifikasi adalah hasil akhir proses klasifikasi berdasarkan pengujian terhadap model menggunakan data uji. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan model dalam mengklasifikasikan gambar yang belum pernah dilihat sebelumnya. Melalui tahapan klasifikasi ini, dihasilkan prediksi untuk setiap gambar uji, yang kemudian dibandingkan dengan label sebenarnya untuk menghitung *confusion matrix* seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

c. Evaluasi

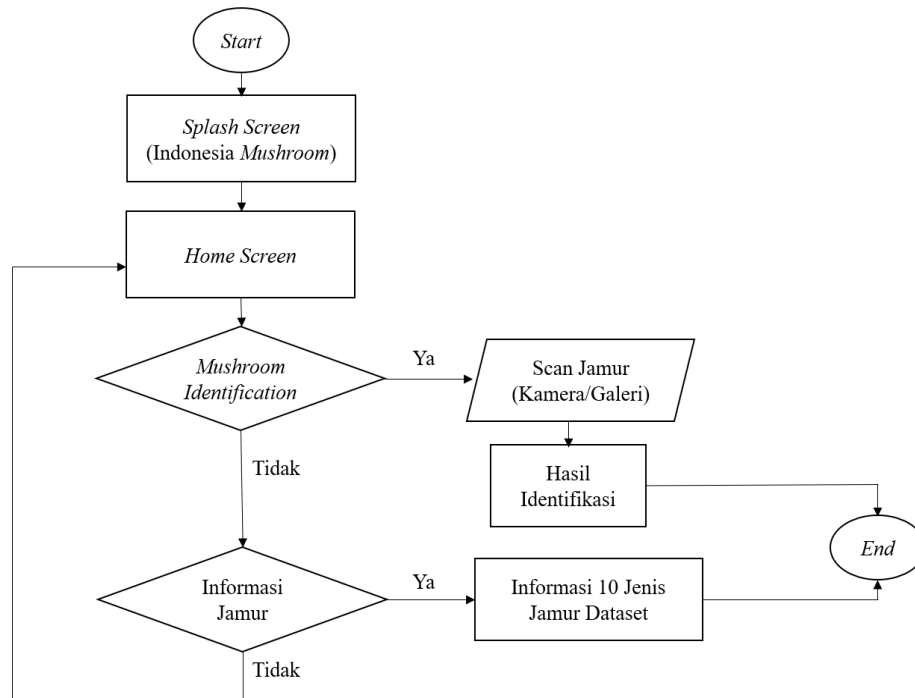
Evaluasi terhadap hasil klasifikasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana performa model dalam mengenali dan membedakan jenis-jenis jamur berdasarkan citra yang diberikan. Evaluasi ini dilakukan menggunakan *confusion matrix* dan *classification report* yang mencakup nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

4. Tahap Desain

Tahap desain merupakan proses perancangan awal aplikasi yang dilakukan sebelum tahap pemrograman dimulai serta keterkaitan antara komponen dan alur kerja aplikasi secara visual.

a. Perancangan Fitur Aplikasi

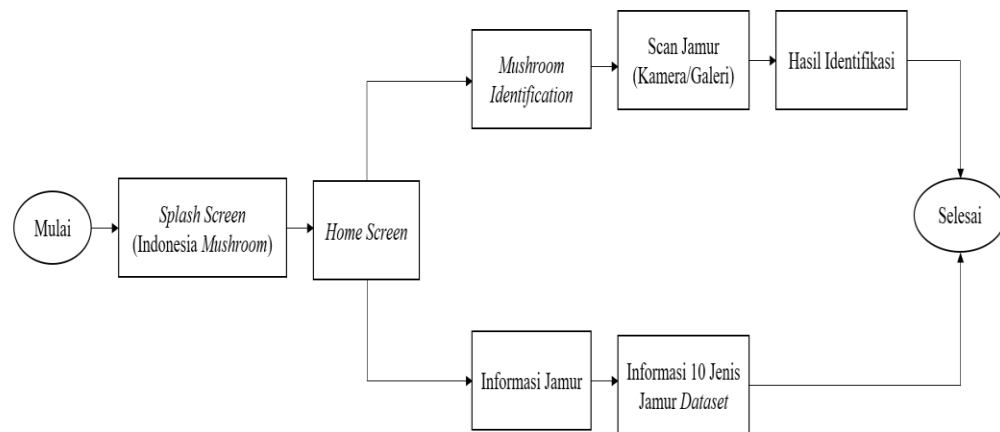
Perancangan Fitur Aplikasi dilakukan dengan membuat rancangan cara kerja aplikasi dan membuat pemodelan secara spesifik sebelum aplikasi diprogram.



Gambar 3.9 Diagram Alir Aplikasi

b. Diagram Aplikasi

Merupakan diagram blok aplikasi yang direncanakan penulis berfungsi menampilkan rincian secara urut dari awal sampai akhir perancangan aplikasi. Diagram ini menyajikan gambaran menyeluruh mengenai hubungan antar modul utama yang terlibat dalam sistem. Setiap blok mewakili komponen atau proses tertentu dalam aplikasi, yang saling terhubung untuk membentuk alur kerja yang utuh. Dengan adanya diagram blok proses implementasi menjadi lebih terarah dan meminimalisir kesalahan dalam integrasi fitur-fitur aplikasi.



Gambar 3.10 Diagram Blok Aplikasi.

c. Desain *Prototype*

Desain *prototype* bertujuan untuk memberikan gambaran awal mengenai rancangan antarmuka aplikasi. Dengan adanya *prototype*, pengembang dapat memvisualisasikan interaksi pengguna secara menyeluruh sebelum aplikasi benar-benar dikodekan. *Prototype* juga membantu dalam mengidentifikasi kekurangan atau ketidaksesuaian dalam struktur tampilan sejak dini. Selain itu, desain ini mempermudah komunikasi antara perancang antarmuka (*UI*) dan pengembang. Proses ini penting agar hasil akhir aplikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Indonesia
Mushroom

1



Cek Jamur



Informasi Jamur

2



3

← Hasil Scan Jamur

Hasil Pengecekan

- Mushroom
- ahdijdsdghdyfyigfuyiwfgdougfwy
- ahdijdsdghdyfyigfuyiwfgdougfwy
- ahdijdsdghdyfyigfuyiwfgdougfwy

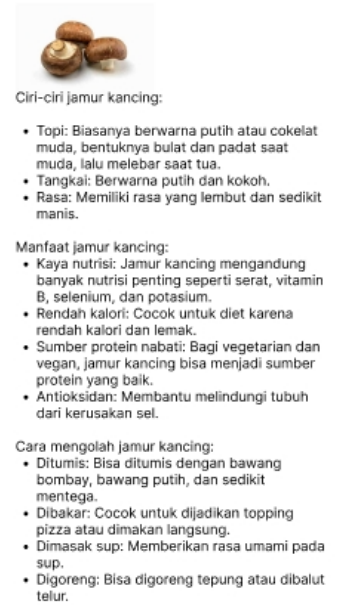
4

← Informasi Jamur



5

← Hasil Informasi Jamur



6

Gambar 3.11 Desain Aplikasi dengan *Figma*

5. Tahap Pengembangan

Tahap ini merupakan proses penerapan hasil perancangan aplikasi ke dalam bentuk kode program yang diimplementasikan secara logis menggunakan komputer. Tahap ini berfungsi untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibangun mampu menghasilkan keluaran sesuai dengan tujuan yang diharapkan melalui serangkaian proses pengujian dan evaluasi.

a) Pemrograman *Frontend*

pada tahap ini, dilakukan pengembangan antarmuka pengguna (*user interface*) aplikasi menggunakan *framework Flutter*. Pemrograman *frontend* berfokus pada perancangan tampilan dan interaksi pengguna terhadap aplikasi klasifikasi tanaman jamur. Beberapa halaman utama yang dirancang meliputi halaman utama, halaman informasi jamur, dan halaman identifikasi jamur menggunakan kamera atau gambar dari galeri.

b) Integrasi *Tflite* ke Program

Model *tflite* ini kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi *Flutter* menggunakan *library* seperti *tflite_flutter* dan *image_picker*. Integrasi ini memungkinkan aplikasi untuk melakukan klasifikasi gambar secara langsung di perangkat pengguna tanpa perlu koneksi internet (*offline*). Proses integrasi melibatkan pemanggilan model *TFLite* di dalam kode *Dart*, memuat model ke memori saat aplikasi berjalan, serta memproses input gambar dari kamera atau galeri untuk mendapatkan hasil prediksi. Hasil klasifikasi ditampilkan secara *real-time* pada antarmuka pengguna aplikasi.

c) Pembuatan Aplikasi (*Build SDK*)

Pembuatan aplikasi dilakukan menggunakan perintah flutter *build* apk yang dikompilasi melalui *Android SDK*. Tahapan ini memastikan seluruh dependensi, pustaka pihak ketiga, dan aset aplikasi termasuk *model.tflite* telah terhubung dan dikemas dengan baik dalam satu paket aplikasi. Proses *build* ini juga digunakan untuk menguji kestabilan aplikasi secara menyeluruh sebelum dilakukan pengujian langsung pada perangkat *Android*. Hasil dari proses ini adalah *file* aplikasi yang siap dipasang (*install*) di perangkat pengguna.

d) *Testing Aplikasi di Device Android*

Setelah proses pembuatan aplikasi selesai dan *file.apk* berhasil dihasilkan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian langsung pada perangkat *Android* fisik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fitur yang telah dirancang, termasuk integrasi model klasifikasi jamur dengan *TensorFlow Lite*, berjalan dengan baik dalam kondisi nyata di perangkat pengguna.

Pada tahap ini, aplikasi dipasang (*install*) secara manual ke dalam *smartphone android*, lalu dilakukan pengujian terhadap fungsi utama seperti:

1. Pengambilan gambar jamur menggunakan kamera atau galeri.
2. Proses klasifikasi gambar jamur oleh model.*tflite*.
3. Tampilan hasil klasifikasi dan informasi spesies jamur.

e) *Submit Aplikasi di Playstore*

Setelah aplikasi dinyatakan berjalan dengan baik melalui tahap pengujian di perangkat *Android*, langkah selanjutnya adalah melakukan proses publikasi ke *platform Google Playstore*. Tujuan dari tahapan ini adalah agar aplikasi dapat diakses dan digunakan oleh masyarakat luas secara praktis.

6. Tahap Laporan

Tahap ini peneliti menyusun laporan akhir penelitian sesuai dengan pedoman penulisan skripsi yang berlaku di Universitas Lampung. Laporan tersebut memuat rangkuman hasil penelitian, analisis, serta kesimpulan yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

3.5 Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan pada skripsi ini antara lain:

1. Terciptanya *public dataset* yang dapat diakses oleh banyak orang.
2. Terciptanya aplikasi yang sesuai kebutuhan (identifikasi tanaman jamur) dan menampilkan informasi karakteristik tanaman jamur dari dataset yang digunakan pada penelitian skripsi ini.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Pada penelitian “Sistem Informasi Pendeteksi Tanaman Jamur Berbasis *Android*” dapat diambil kesimpulan:

1. Telah berhasil direalisasikan sebuah sistem informasi pendeteksi tanaman jamur berbasis *Android* yang memungkinkan pengguna melakukan identifikasi secara langsung melalui perangkat *mobile*.
2. Implementasi *deeplearning* dengan arsitektur *MobileNetV2* telah berhasil mengidentifikasi 10 spesies jamur berbeda berdasarkan karakteristik visual (bentuk dan warna). Model ini mampu melakukan ekstraksi fitur secara efisien untuk penggunaan pada perangkat dengan sumber daya terbatas.
3. Hasil pengujian pada *dataset test* yang terdiri dari 576 citra menunjukkan performa yang stabil dengan tingkat akurasi sebesar 81,47% ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang cukup baik dan handal dalam membedakan antar spesies jamur.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai “Sistem Informasi Pendeteksi Tanaman Jamur Berbasis *Android*” saran yang dapat dilakukan terhadap pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Penambahan spesies jamur pada *dataset* yang digunakan
2. Pengembangan *user interface* yang lebih dinamis dan fitur yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. B. Morton, “6 - Fungi,” in *Principles and Applications of Soil Microbiology (Third Edition)*, T. J. Gentry, J. J. Fuhrmann, and D. A. Zuberer, Eds., Elsevier, 2021, pp. 149–170. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820202-9.00006-X>.
- [2] L. AjemaGebisa, “Associations of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for Enhancements in Soil Fertility and Promotion of Plant Growth: A Review,” *Adv. Biosci. Bioeng.*, vol. 12, no. 4, pp. 72–80, Oct. 2024, doi: [10.11648/j.abb.20241204.11](https://doi.org/10.11648/j.abb.20241204.11).
- [3] U. Sri Rahmadhani and N. Lysbetti Marpaung, “Klasifikasi Jamur Berdasarkan Genus Dengan Menggunakan Metode CNN,” vol. 8, no. 2, 2023.
- [4] J.-J. Jamur Basidiomycota Dalam Lanskap Taman Hutan Kota Langsa Hasbi Assidiqi Nasution *et al.*, “JB&P : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya,” vol. 12, pp. 176–186, [Online]. Available: <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/biologi>
- [5] M. Ghobad-Nejhad, R. H. Nilsson, and A. Ordynets, “Chapter 7 - Fungal identification and diagnosis,” in *Microbial Genomics: Clinical, Pharmaceutical, and Industrial Applications*, H. Tombuloglu and A. Mahmoud, Eds., Academic Press, 2024, pp. 173–203. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18866-4.00007-9>.
- [6] Z. H. Zhou, *Machine Learning*. Springer Nature, 2021. doi: [10.1007/978-981-15-1967-3](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1967-3).
- [7] M. Tan and Q. V Le, “EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training,” 2021. [Online]. Available: <https://github.com/google/>
- [8] J. H. J. C. Ortega, “Analysis of Performance of Classification Algorithms in Mushroom Poisonous Detection using Confusion Matrix Analysis,” *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 1.3, pp. 451–456, Jun. 2020, doi: [10.30534/ijatcse/2020/7191.32020](https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/7191.32020).
- [9] A. Gowda Karegowda, “Identification of Edible and Non-Edible Mushroom Through Convolution Neural Network,” 2021. [Online]. Available: <http://www.mushroom.world>

- [10] A. P. Gupta, "Classification Of Mushrooms Using Artificial Neural Network," Sep. 03, 2022. doi: 10.1101/2022.08.31.505980.
- [11] J. Elektronika and D. Komputer, "KLASIFIKASI JENIS JAMUR MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK DENGAN FITUR INCEPTION-V3," vol. 16, no. 2, pp. 262–269, 2023, doi: 10.51903/elkom.v16i2.1281.
- [12] J. Y. Lim, Y. Y. Wee, and K. K. Wee, "Machine Learning and Image Processing-Based System for Identifying Mushrooms Species in Malaysia," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 15, Aug. 2024, doi: 10.3390/app14156794.
- [13] F. Arif Prayogi, F. Hasim Arvianto, D. Rizki Pratama, and S. Sugiyanto, "Mushroom Classification Using Convolutional Neural Network MobileNetV2 Architecture for Overfitting Mitigation and Enhanced Model Generalization," 2025. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- [14] M. M. Taye, "Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions," May 01, 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/computers12050091.
- [15] L. Wang *et al.*, "DuSQL: A Large-Scale and Pragmatic Chinese Text-to-SQL Dataset." [Online]. Available: <https://github.com/luge-ai/luge-ai/>
- [16] W. Lu, J. Zhang, J. Fan, Z. Fu, Y. Chen, and X. Du, "Large language model for table processing: a survey," Feb. 01, 2025, *Higher Education Press Limited Company*. doi: 10.1007/s11704-024-40763-6.
- [17] B. Zhang, J. Lin, L. Du, and L. Zhang, "Harnessing Data Augmentation and Normalization Preprocessing to Improve the Performance of Chemical Reaction Predictions of Data-Driven Model," *Polymers (Basel)*, vol. 15, no. 9, May 2023, doi: 10.3390/polym15092224.
- [18] R. Afif Fahri, K. Farouq Mauladi, and M. Hasan Wahyudi, "Implementasi Machine Learning untuk Identifikasi Jamur pada Aplikasi Android Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 5, no. 8, pp. 2377–2386, Aug. 2025, doi: 10.52436/1.jpti.945.

- [19] F. Paramudita and M. I. Zulfa, "Aplikasi Android Pendeteksi Kualitas Beras Berbasis Machine Learning Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 3, no. 7, pp. 297–305, Aug. 2023, doi: 10.52436/1.jpti.310.
- [20] G. I. E. Soen, M. Marlina, and R. Renny, "Implementasi Cloud Computing dengan Google Colaboratory pada Aplikasi Pengolah Data Zoom Participants," *JITU J. Inform. Technol. Commun.*, vol. 6, no. 1, pp. 24–30, Jun. 2022, doi: 10.36596/jitu.v6i1.781.
- [21] A. S. Putra and R. Fitriani, "UI/UX Design Of Sales Mobile Application On Up Store Using Figma," in *Proc. International Conference on Information Technology*, Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 45-50.
- [22] Jubilee Enterprise, "Belajar Pemrograman dengan Visual Studio," Elex Media Komputindo, 2019.
- [23] Roslidar, R. Shahnaz, and K. Munadi, "Adaptasi Model CNN Terlatih pada Aplikasi Bergerak untuk Klasifikasi Citra Termal Payudara," *Jurnal Rekayasa Elekrika*, vol. 16, no. 1, hal. 1-7, April 2020.
- [24] Y. Rimal, P. Pandit, S. Gocchait, S. A. Butt, and A. J. Obaid, "Hyperparameter Determines the Best Learning Curve on Single, Multi-Layer and Deep Neural Network of Student Grade Prediction of Pokhara University Nepal," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Mar. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1804/1/012054.
- [25] Y. Tang *et al.*, "A novel thermostable keratinase from *Deinococcus geothermalis* with potential application in feather degradation," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 7, Apr. 2021, doi: 10.3390/app11073136.