

SKRIPSI Sri Wahyuni Sistem Informasi.pdf

**KLASIFIKASI KUALITAS REMPAH RIMPANG MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BERBASIS WEBSITE**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

SRI WAHYUNI

403221010010

PRAOGRAM ¹STUDI SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI

TAHUN AJARAN

2025/2026

**KLASIFIKASI KUALITAS REMPAH RIMPANG MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BERBASIS WEBSITE**

***WEBSITE-BASED CLASSIFICATION OF RHIZOME SPICE QUALITY
USING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)***

¹
Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

Memperoleh derajat Sarjana S1



DISUSUN OLEH:

SRI WAHYUNI

403221010010

⁸²
PRAOGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI
TAHUN AJARAN

2025/202

ABSTRAK

Rempah rimpang merupakan komoditas penting yang banyak dimanfaatkan dalam industri pangan, kesehatan, dan perdagangan. Namun, proses identifikasi jenis dan kualitas rempah masih sering dilakukan secara manual sehingga membutuhkan pengalaman, memakan waktu, dan berpotensi menimbulkan kesalahan akibat kemiripan karakteristik visual antarjenis rempah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) sehingga proses identifikasi dapat dilakukan secara cepat, akurat, dan mudah diakses oleh pengguna. Dataset yang digunakan terdiri dari 1.000 citra yang mencakup lima jenis rempah rimpang, yaitu jahe, kunyit, kencur, lengkuas, dan temulawak, dengan pembagian data 80% untuk pelatihan, 10% untuk validasi, dan 10% untuk pengujian. Model dikembangkan menggunakan pendekatan transfer learning dengan arsitektur MobileNetV2, ukuran citra 224×224 piksel, optimizer Adam, batch size 32, dan 25 epoch. Sistem kemudian diimplementasikan ke dalam platform website menggunakan framework Flask sehingga pengguna dapat mengunggah citra rempah dan memperoleh hasil klasifikasi secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN mampu mengenali jenis dan kualitas rempah rimpang dengan performa yang baik berdasarkan evaluasi menggunakan metrik accuracy, loss, dan confusion matrix. Selain itu, hasil pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur website berjalan sesuai dengan fungsinya. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi praktis dalam membantu proses identifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang bagi UMKM, pedagang rempah, maupun masyarakat umum melalui platform berbasis web.

22

Kata Kunci: Convolutional Neural Network (CNN), klasifikasi citra, MobileNetV2, rempah rimpang, website, deep learning.

ABSTRACT

Rhizome spices are important commodities widely used in the food, health, and trade industries. However, the process of identifying the type and quality of rhizome spices is still commonly performed manually, requiring experience, consuming considerable time, and potentially leading to errors due to the visual similarities among different spice varieties. This study aims to develop a website-based classification system for identifying the type and quality of rhizome spices using the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm, enabling the identification process to be carried out quickly, accurately, and conveniently. The dataset used in this study consists of 1,000 images representing five types of rhizome spices, namely ginger, turmeric, aromatic ginger (kencur), galangal, and Java turmeric (temulawak). The dataset was divided into 80% training data, 10% validation data, and 10% testing data. The classification model was developed using a transfer learning approach with the MobileNetV2 architecture, an input image size of 224×224 pixels, the Adam optimizer, a batch size of 32, and 25 training epochs. The trained model was integrated into a website using the Flask framework, allowing users to upload spice images and obtain real-time classification results. The experimental results indicate that the CNN model is capable of classifying the type and quality of rhizome spices with satisfactory performance based on accuracy, loss, and confusion matrix evaluation metrics. Furthermore, functional testing using the Black Box Testing method demonstrates that all website features operate as intended. Therefore, the developed system can serve as a practical solution to assist micro, small, and medium enterprises (MSMEs), spice traders, and the general public in identifying the type and quality of rhizome spices through an accessible web-based platform.

Keywords: Convolutional Neural Network (CNN), image classification, MobileNetV2, rhizome spices, website, deep learning.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Penelitian ini yang berjudul “Klasifikasi Kualitas Rempah Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Website”. Proposal penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat dalam penyusunan Tugas Akhir pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Islam Indragiri.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan proposal penelitian ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Najamudin, Lc., MA., selaku Rektor Universitas Islam Indragiri.
2. Bapak Dr. Bayu Rianto, S.SI., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Islam Indragiri.
3. Ibu Fitri Yunita, S.SI., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi.
4. Bapak Usman, ST., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti dalam penyusunan proposal penelitian ini.
5. Bapak M. Rasyid Rhido, S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, motivasi, serta koreksi yang membangun selama proses penyusunan proposal ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Sistem Informasi Universitas Islam Indragiri yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman selama masa perkuliahan.
7. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi tanpa henti.

8. Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan semangat serta membantu dalam proses penyusunan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah awal dalam pengembangan sistem klasifikasi rempah rimpang berbasis kecerdasan buatan yang akurat, efisien, dan mudah diakses melalui platform website.

Tembilahan, 12 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

11	KATA PENGANTAR	i
	DAFTAR ISI	v
	DAFTAR TABEL	8
	DAFTAR GAMBAR	9
	BAB I PENDAHULUAN	10
1.1	Latar Belakang	10
1.2	Rumusan Masalah	13
1.3	Batasan Masalah	13
1.4	Tujuan Penelitian	14
1.5	Manfaat Penelitian	15
1.6	Sistematika Penulisan	15
	BAB II TINJAUAN LITERATUR	17
2.1	Pengertian Rempah-rempah	17
2.2	Pengolahan Citra Digital	18
2.3	Deep Learning	19
3	2.4 Convolutional Neural Network (CNN)	19
2.5	Website	20
1	2.6 Tinjauan Literatur	21
2.7	Rangkuman	22
	BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1	Pendahuluan	25
3.2	Kerangka Penelitian	25
3.2.1	Studi Literatur	26

144	3.2.2	Metode Penelitian.....	27
1	3.2.3	Analisis Pra-Penelitian.....	28
	3.2.4	Pengumpulan Data.....	28
	3.2.5	Analisis Data.....	29
	3.2.6	Analisis Sistem.....	29
	3.2.7	Perancangan Sistem.....	30
	3.2.8	Implementasi Sistem.....	35
	3.2.9	Pengujian Sistem.....	35
	3.2.10	Kesimpulan Penelitian.....	36
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
133	4.1	Hasil Pengumpulan Dataset.....	38
	4.1.1	Pembagian Dataset.....	39
	4.1.2	Contoh Dataset Rempah.....	40
	4.2	Training Model CNN.....	42
	4.2.1	Arsitektur Model CNN.....	42
	4.2.2	Konfigurasi dan Parameter Training.....	43
87	4.2.3	Proses Training Model.....	44
	4.2.4	Grafik Accuracy Model.....	46
	4.2.5	Grafik Loss Model.....	48
	4.3	Evaluasi Model.....	49
	4.2.1	Confusion Matrix.....	50
	4.4	Implementasi Website.....	53
23	4.3.1	Tampilan Halaman Beranda.....	53
	4.3.2	Tampilan Halaman Upload Gambar.....	55
	4.3.3	Tampilan Halaman Hasil Prediksi.....	56

4.3.4	Tampilan Halaman Riwayat Analisis	58
4.5	Pengujian Sistem Website	59
1	4.3.1 Pengujian Fungsional Sistem Menggunakan Black Box Testing	59
43	4.3.2 Pengujian Prediksi Sistem	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tinjauan Literatur	21
Tabel 3. 1	Spesifikasi Hardware yang digunakan	30
Tabel 3. 2	Software yang digunakan	30
Tabel 4. 1	Jumlah Dataset Penelitian	38
Tabel 4. 2	Rincian pembagian dataset	39
Tabel 4. 3	Arsitektur model CNN yang digunakan pada penelitian ini.....	43
Tabel 4. 4	Konfigurasi Parameter Training	44
Tabel 4. 5	Pengujian Fungsional Website Menggunakan Black Box Testing	60
Tabel 4. 6	Hasil Pengujian Prediksi Sistem	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	26
Gambar 3. 2 Alur Kerja Convolutional Neural Network (CNN)	27
Gambar 3. 3 Use Case Diagram Sistem	32
Gambar 3. 4 Activity Diagram Sistem	33
Gambar 3. 5 Flowchart Sistem Klasifikasi Rempah Berbasis CNN	34
Gambar 4. 1 Temulawak A.....	40
Gambar 4. 2 Lengkuas A.....	40
Gambar 4. 3 Kencur A	40
Gambar 4. 4 Jahe A	40
Gambar 4. 5 Kunyit A	40
Gambar 4. 6 Temulawak B.....	41
Gambar 4. 7 Lengkuas B.....	41
Gambar 4. 8 Kunyit B	41
Gambar 4. 9 Kencur B	41
Gambar 4. 10 Jahe B	41
Gambar 4. 11 Proses Training Model CNN Klasifikasi Jenis Rempah Rimpang .	45
Gambar 4. 12 Proses Training Model CNN Klasifikasi Kualitas Rempah Rimpang	45
Gambar 4. 13 Grafik Accuracy Model CNN	47
Gambar 4. 14 Grafik Loss Model CNN	48
Gambar 4. 15 Confusion Matrix Klasifikasi Jenis Rempah.....	50
Gambar 4. 16 Confusion Matrix Klasifikasi Kualitas Rempah	52
Gambar 4. 17 Tampilan Halaman Beranda Website	54
Gambar 4. 18 Tampilan Halaman Upload Gambar	55
Gambar 4. 19 Tampilan Halaman Hasil Prediksi	57
Gambar 4. 20 Tampilan Halaman Riwayat Analisis CNN	58

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rempah-rempah memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, tidak hanya di Indonesia tetapi juga di berbagai belahan dunia. Rempah digunakan secara luas dalam industri kuliner sebagai pemberi rasa dan aroma, serta memiliki berbagai manfaat kesehatan. Selain itu, rempah merupakan komoditas perdagangan yang bernilai tinggi, dengan permintaan global yang terus meningkat karena sifatnya yang unik dan kandungan nutrisinya yang bermanfaat.

Sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati sangat tinggi, Indonesia dikenal sebagai salah satu penghasil rempah terbesar di dunia. Beragam jenis rempah rimpang seperti jahe, lengkuas, kayu manis, dan sereh telah lama dibudidayakan dan dimanfaatkan dalam tradisi memasak maupun pengobatan herbal. Namun, banyaknya variasi rempah sering kali menimbulkan tantangan dalam proses identifikasi, terutama dalam konteks produksi dan pemasaran yang melibatkan pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) [1].

Identifikasi manual rempah rimpang memerlukan pengalaman dan pengetahuan yang memadai. Kemiripan visual antar rempah, seperti antara jahe dan lengkuas atau kayu manis dan sereh kering, sering menimbulkan kesalahan identifikasi. Ketidaktelitian ini dapat berdampak pada penurunan kualitas produk dan merugikan konsumen maupun produsen [2]. Selain itu, proses identifikasi secara manual cenderung memakan waktu lebih lama dan tidak efisien, sehingga dapat menghambat produktivitas industri yang membutuhkan kecepatan dan akurasi dalam pengolahan bahan baku [3].

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai metode identifikasi rempah rimpang telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi. Sejumlah penelitian merekomendasikan penggunaan teknik spektroskopi seperti near-infrared spectroscopy dan Fourier-transform infrared spectroscopy, serta metode

biomolekuler seperti PCR, untuk mempercepat proses identifikasi dan mengurangi kesalahan manusia [4]. Metode-metode ini terbukti efektif dalam menentukan keaslian dan kualitas bahan pangan, termasuk rempah yang rentan terhadap pemalsuan [5].

Selain itu, kemajuan teknologi kecerdasan buatan membuka peluang baru dalam identifikasi rempah rimpang. Model pembelajaran mendalam (deep learning) seperti YOLO v3 telah berhasil digunakan dalam deteksi dan klasifikasi citra rempah dengan akurasi tinggi, mengoptimalkan kecepatan deteksi sekaligus meningkatkan ketepatan [6]. Teknologi computer vision yang berkembang pesat juga memberikan solusi inovatif dalam mengenali objek berdasarkan citra, sehingga mampu mengatasi tantangan perbedaan bentuk, warna, dan tekstur rempah yang beragam [7].

130 Salah satu algoritma deep learning yang paling efektif 2 dalam klasifikasi citra adalah Convolutional Neural Network (CNN). CNN sangat unggul karena kemampuannya melakukan ekstraksi fitur visual secara otomatis tanpa memerlukan rekayasa fitur manual. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa CNN mampu memberikan akurasi tinggi dalam pengenalan objek, termasuk citra rempah, berkat kemampuannya mempelajari pola kompleks dari dataset berskala besar [8]. Selain itu, penyetelan hiperparameter yang tepat berpengaruh besar terhadap performa CNN, seperti dijelaskan oleh [9], sehingga memerlukan infrastruktur dan data yang memadai.

Pemanfaatan platform berbasis website dalam klasifikasi rempah rimpang juga semakin relevan, terutama untuk mendukung UMKM kuliner dan pedagang rempah. Website memiliki keunggulan dalam kemudahan akses karena pengguna tidak perlu menginstal aplikasi tambahan. Pengguna hanya perlu mengunggah citra rempah rimpang dan sistem dapat melakukan klasifikasi secara real-time. Selain itu, sistem web dapat terhubung dengan database dan model machine learning yang terus diperbarui sehingga kualitas prediksi akan semakin meningkat seiring bertambahnya data [10].

Pemilihan platform website dalam penelitian ini juga didasarkan pada pertimbangan dibandingkan dengan alternatif aplikasi berbasis desktop maupun mobile. Aplikasi desktop umumnya memerlukan proses instalasi pada perangkat komputer tertentu serta bergantung pada spesifikasi dan sistem operasi perangkat tersebut, sehingga kurang fleksibel apabila digunakan oleh banyak pengguna dengan perangkat yang berbeda-beda, seperti UMKM dan pedagang rempah yang tersebar di berbagai lokasi. Aplikasi mobile juga memerlukan proses pengembangan dan distribusi yang terpisah untuk masing-masing sistem operasi (Android maupun iOS), serta mengharuskan pengguna mengunduh dan menginstal aplikasi terlebih dahulu sebelum dapat digunakan. Sebaliknya, platform website dapat diakses langsung melalui peramban pada berbagai jenis perangkat, baik komputer maupun smartphone, tanpa memerlukan instalasi tambahan maupun ketergantungan terhadap sistem operasi tertentu. Selain itu, pembaruan model CNN maupun perbaikan sistem pada platform website dapat dilakukan secara terpusat di sisi server, sehingga seluruh pengguna otomatis mendapatkan versi terbaru tanpa perlu memperbarui aplikasi secara manual. Pertimbangan-pertimbangan inilah yang menjadi alasan utama pemilihan platform website sebagai media implementasi sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang pada penelitian ini.

Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada peningkatan akurasi model, namun masih terbatas dalam pengembangan sistem berbasis website yang user-friendly dan mudah diakses. Padahal, faktor usability seperti antarmuka yang sederhana, kecepatan akses, dan kemudahan penggunaan juga sangat penting untuk memastikan adopsi sistem secara luas [11]. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan sistem klasifikasi rempah yang tidak hanya akurat, tetapi juga praktis dan dapat digunakan oleh berbagai kalangan.

Berdasarkan permasalahan dan peluang tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk menghasilkan sistem klasifikasi rempah berbasis web dengan dukungan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Sistem ini diharapkan dapat membantu UMKM, pedagang rempah, maupun masyarakat umum dalam

melakukan identifikasi rempah rimpang secara cepat, akurat, dan efisien. Selain memberikan manfaat praktis, solusi ini juga berpotensi memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan pelestarian kekayaan rempah Indonesia yang sangat beragam [10].

35 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan model Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasikan jenis dan kualitas rempah rimpang berdasarkan citra digital?
2. Bagaimana mengintegrasikan model CNN ke dalam sistem berbasis website sehingga dapat melakukan proses klasifikasi citra rempah rimpang yang diunggah pengguna?
3. Bagaimana tingkat akurasi dan performa model CNN dalam mengklasifikasikan jenis dan kualitas rempah rimpang berdasarkan metrik evaluasi seperti akurasi, loss, dan confusion matrix?
4. Bagaimana kinerja sistem berbasis website dalam memberikan hasil klasifikasi secara cepat dan real-time bagi pengguna?

20 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada klasifikasi citra rempah rimpang menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN), dan tidak mencakup pendeteksian objek (object detection), segmentasi citra, maupun perbandingan dengan algoritma machine learning atau deep learning lainnya.
2. Jenis dan kualitas rempah rimpang yang digunakan dalam penelitian dibatasi pada beberapa kategori sesuai dengan dataset yang telah disiapkan

diantaranya ada 5 kategori jahe merah, kunyit kuning, kencur, temulawak putih, dan lengkuas. Sehingga tidak mencakup seluruh jenis rempah rimpang yang ada di Indonesia.

3. Sistem yang dikembangkan berupa platform berbasis website yang berfungsi untuk menerima unggahan citra dan menampilkan hasil klasifikasi, tanpa pengembangan aplikasi berbasis mobile atau desktop.
4. Fitur sistem dibatasi hanya pada proses unggah citra dan penampilan hasil prediksi, tanpa fitur tambahan seperti manajemen pengguna, penyimpanan riwayat prediksi, atau integrasi dengan perangkat lain (IoT).
5. Dataset yang digunakan merupakan dataset citra yang dikumpulkan sesuai kebutuhan penelitian, sehingga performa model sangat bergantung pada jenis dan kualitas, variasi, dan jumlah data yang tersedia.
6. Evaluasi performa model difokuskan pada metrik akurasi, loss, dan confusion matrix, tanpa melakukan pengujian lanjutan seperti robustness testing atau pengujian pada kondisi lingkungan ekstrem.

11

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengembangkan metode klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang secara otomatis menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi identifikasi.
2. Membangun sistem berbasis website yang dapat melakukan proses klasifikasi rempah rimpang melalui unggahan citra secara cepat, akurat, dan mudah digunakan.
3. Menganalisis performa model CNN dalam mengklasifikasikan berbagai jenis dan kualitas rempah rimpang berdasarkan metrik evaluasi seperti akurasi, loss, dan confusion matrix.
4. Mengintegrasikan model CNN ke dalam platform website sehingga sistem dapat berfungsi secara optimal dan mendukung pemanfaatannya oleh UMKM, pedagang rempah, serta masyarakat umum.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mempermudah pengguna, khususnya UMKM dan pedagang rempah, dalam memperoleh informasi mengenai jenis dan kualitas rempah rimpang secara cepat dan praktis melalui sistem berbasis website.
2. Untuk membantu proses identifikasi rempah rimpang yang sulit dibedakan secara visual, dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan agar hasil klasifikasi lebih akurat.
3. Untuk melakukan klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang melalui input citra yang diunggah pengguna, dengan dukungan metode Convolutional Neural Network (CNN) yang mampu mengekstraksi fitur visual secara otomatis sehingga meningkatkan akurasi klasifikasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap laporan penelitian ini, pembahasan disusun dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah yang mendasari penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN LITERATUR

Bab ini memaparkan teori-teori yang relevan dan mendasari penelitian, termasuk pengertian rempah-rempah, dasar-dasar pengolahan citra digital, konsep Convolutional Neural Network (CNN), arsitektur CNN yang umum digunakan dalam klasifikasi citra, teknologi website untuk integrasi model machine learning, serta penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan klasifikasi rempah rimpang maupun aplikasi computer vision berbasis web.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan pendekatan yang digunakan dalam penelitian, mulai dari studi literatur, pengumpulan dan persiapan dataset citra rempah rimpang, preprocessing data, perancangan dan pelatihan model CNN, analisis dan perancangan sistem berbasis website, hingga pengujian model menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, loss, dan confusion matrix.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari implementasi sistem klasifikasi rempah rimpang berbasis website. Pembahasan mencakup proses pelatihan model CNN, hasil evaluasi performa model, tampilan antarmuka website, proses integrasi model dengan web server, serta analisis performa sistem dalam menghasilkan klasifikasi rempah rimpang dari citra pengguna.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, baik dari sisi model CNN, peningkatan jenis dan kualitas dataset, maupun pengembangan fitur pada sistem berbasis website.

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

Dalam penelitian ini, tinjauan literatur bertujuan untuk memberikan landasan teoretis dan konseptual yang mendukung pengembangan sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) berbasis website. Kajian pustaka difokuskan pada pembahasan mengenai rempah-rempah sebagai objek penelitian, konsep pengolahan citra digital, serta perkembangan teknologi deep learning yang banyak diterapkan dalam klasifikasi citra. Literatur yang relevan dikaji untuk memahami karakteristik visual rempah dan tantangan dalam proses identifikasi secara otomatis. Tinjauan literatur juga membahas penerapan Convolutional Neural Network (CNN) sebagai metode utama dalam klasifikasi citra serta pemanfaatan website sebagai media implementasi sistem. Berbagai penelitian terdahulu terkait klasifikasi objek berbasis CNN dan integrasi model kecerdasan buatan ke dalam sistem berbasis web dikaji untuk memperoleh gambaran mengenai efektivitas, keunggulan, dan kendala yang mungkin dihadapi. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar yang kuat dalam perancangan dan pengembangan sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang yang akurat, efisien, dan mudah diakses oleh pengguna.

2.1 Pengertian Rempah-rempah

Rempah-rempah merupakan bagian tanaman seperti rimpang, akar, batang, biji, kulit, atau bunga yang memiliki aroma dan rasa khas. Rempah digunakan secara luas sebagai bumbu masakan, penambah cita rasa, serta bahan baku obat herbal karena kandungan senyawa aktifnya yang memberikan karakter sensorik dan manfaat fungsional tertentu [12].

Sebagai komoditas pangan, rempah-rempah memiliki nilai penting dalam kehidupan sehari-hari dan industri kuliner. Namun, di balik fungsi praktis tersebut, rempah juga memiliki keragaman morfologi yang tinggi. Perbedaan bentuk, warna, dan tekstur antar jenis dan kualitas rempah rimpang sering kali

125

menimbulkan kesulitan dalam proses identifikasi secara manual, terutama bagi pengguna yang tidak memiliki pengalaman khusus.

Dalam konteks penelitian berbasis pengolahan citra, rempah-rempah diposisikan sebagai objek kajian yang relevan karena karakter visualnya yang beragam dan tidak homogen. Variasi visual tersebut dapat dimanfaatkan sebagai ciri pembeda dalam proses klasifikasi otomatis, sehingga pendekatan berbasis citra dan kecerdasan buatan menjadi solusi yang potensial untuk meningkatkan akurasi identifikasi rempah [13].

93

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan bidang yang mempelajari teknik pemrosesan citra dalam bentuk representasi numerik agar dapat dianalisis dan dimanfaatkan oleh sistem komputer. Citra digital diperoleh dari hasil perekaman objek atau adegan visual menggunakan sensor atau kamera digital, kemudian disimpan sebagai matriks nilai intensitas atau saluran warna yang memungkinkan citra diproses secara komputasional untuk keperluan analisis dan pengenalan pola [14].

Representasi citra digital umumnya berbentuk matriks dua dimensi untuk citra grayscale atau matriks tiga dimensi untuk citra berwarna dengan beberapa saluran warna, seperti RGB atau HSV. Pemilihan representasi citra, ruang warna, serta resolusi berpengaruh terhadap jenis dan kualitas informasi visual yang dapat diekstraksi dan berdampak langsung pada kinerja sistem klasifikasi citra [15].

50

Pengolahan citra digital dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu akuisisi citra, preprocessing, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Integrasi yang baik antar tahapan tersebut penting untuk menghasilkan sistem identifikasi yang akurat dan andal, serta memungkinkan evaluasi performa sistem dilakukan secara objektif menggunakan metrik seperti akurasi dan confusion matrix [14].

33

2.3 Deep Learning

Deep Learning merupakan cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis banyak (deep neural networks) untuk mempelajari representasi fitur secara otomatis dari data. Pendekatan ini memungkinkan sistem mempelajari pola dari tingkat fitur rendah hingga abstraksi tingkat tinggi tanpa memerlukan ekstraksi fitur manual yang kompleks, sehingga sangat efektif untuk pengolahan citra seperti pengenalan objek dan klasifikasi gambar [16].

55

Perbedaan utama antara machine learning dan deep learning terletak pada cara pembentukan fitur. Machine learning tradisional umumnya bergantung pada fitur yang dirancang secara manual, sedangkan deep learning mengekstraksi fitur secara otomatis melalui arsitektur berlapis, seperti Convolutional Neural Network (CNN). Hal ini menjadikan deep learning lebih unggul dalam menangani data citra dengan pola visual yang kompleks dan beragam [17].

68

Dalam klasifikasi citra, deep learning khususnya CNN telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, mulai dari pengolahan citra medis, pengenalan objek, hingga klasifikasi produk pangan dan rempah. Keunggulan deep learning terletak pada kemampuannya mempelajari hierarki fitur visual secara end-to-end, menghasilkan akurasi yang tinggi serta ketahanan terhadap variasi kondisi citra seperti pencahayaan dan sudut pengambilan gambar [18].

59

8

2.4 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu arsitektur deep learning yang dirancang khusus untuk pengolahan citra. CNN bekerja dengan mengekstraksi fitur visual secara hierarkis melalui lapisan konvolusi, pooling, dan fully connected, sehingga mampu mempelajari pola dari tingkat piksel hingga representasi tingkat tinggi tanpa memerlukan rekayasa fitur manual yang kompleks [19]. Keunggulan utama CNN terletak pada kemampuannya menangkap hubungan spasial lokal pada citra melalui operasi konvolusi dengan jumlah parameter yang lebih efisien dibandingkan jaringan saraf konvensional.

38

38

2

51
Arsitektur CNN terdiri dari beberapa lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur, lapisan pooling untuk mereduksi dimensi dan meningkatkan ketahanan terhadap variasi posisi objek, serta lapisan fully connected yang berperan sebagai pengklasifikasi akhir. Alur kerja CNN dimulai dari input citra yang telah diprapemrosesan, kemudian diproses secara bertahap hingga menghasilkan probabilitas kelas sebagai keluaran. Proses pelatihan dilakukan secara end-to-end menggunakan data berlabel dan optimasi fungsi loss untuk meningkatkan akurasi prediksi [20].

CNN memiliki keunggulan karena mampu mengenali perbedaan visual yang halus, seperti variasi bentuk, warna, dan tekstur antar jenis dan kualitas rempah rimpang. Kemampuan generalisasi yang baik terhadap variasi pencahayaan dan latar belakang menjadikan CNN efektif untuk aplikasi identifikasi bahan pangan berbasis citra. Selain itu, dukungan terhadap transfer learning memungkinkan pengembangan model yang akurat meskipun jumlah dataset terbatas, sehingga CNN relevan untuk diterapkan pada sistem klasifikasi rempah berbasis website [21].

83 2.5 Website

Website merupakan kumpulan halaman dan sumber daya digital yang saling terhubung melalui jaringan internet dan dapat diakses menggunakan peramban. Website berfungsi sebagai media penyampaian informasi, layanan, maupun aplikasi interaktif yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem melalui elemen navigasi, teks, dan media digital. Dalam perkembangan teknologi informasi, website menjadi sarana yang efektif untuk penyebaran informasi dan layanan digital secara luas dan mudah diakses [22].

Dalam konteks machine learning dan deep learning, website berperan sebagai antarmuka yang menghubungkan pengguna dengan sistem komputasi di sisi server. Melalui website, pengguna dapat memberikan input data dan memperoleh hasil prediksi atau analisis secara langsung, sementara proses komputasi dijalankan pada backend. Pendekatan ini memungkinkan implementasi dan

demonstrasi model pembelajaran mesin secara interaktif, sehingga memudahkan pengujian, evaluasi, dan pemanfaatan model oleh pengguna non-teknis [22].

Integrasi model Convolutional Neural Network (CNN) dengan website umumnya melibatkan komponen front-end sebagai antarmuka unggah citra dan tampilan hasil, serta back-end yang menjalankan proses inferensi model. Dengan arsitektur ini, sistem klasifikasi citra dapat dioperasikan secara end-to-end melalui website, mulai dari input citra hingga keluaran prediksi. Pendekatan berbasis web juga mendukung kemudahan pembaruan model, skalabilitas sistem, dan aksesibilitas yang tinggi, sehingga sesuai untuk penerapan sistem klasifikasi rempah berbasis CNN [23].

2.6 Tinjauan Literatur

Tinjauan literatur ini membahas penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan klasifikasi jenis dan kualitas rempah-rempah menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CNN mampu mengklasifikasikan citra rempah rimpang dengan tingkat akurasi yang baik melalui berbagai arsitektur dan pendekatan yang digunakan. Ringkasan penelitian terdahulu tersebut disajikan dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 2. 1 Tinjauan Literatur

No	Author (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Wulan Adira Nasution, Debi Yandra Niska, Said Iskandar Al Idrus, Zulfahmi Indra, Insan Taufik (2025)	Implementasi Metode Convolutional Neural Network (CNN) dalam Klasifikasi Tanaman Herbal Berbentuk Rimpang pada Sistem Informasi Berbasis Website	Penelitian ini membangun sistem klasifikasi tanam rimpang secara otomatis menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) yang diimplementasikan langsung ke dalam sistem informasi berbasis website, sekaligus menyajikan informasi karakteristik tiap rimpang bagi pengguna. Model dilatih selama 50 epoch dengan skema pembagian data 80% pelatihan, 10% validasi, dan 10% pengujian, serta diuji dengan tiga

No	Author (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			65 variasi learning rate. Hasil terbaik diperoleh pada learning rate 0,001 dengan akurasi sebesar 92,73%.
2	19 Seno Armandito, Theopilus Bayu Sasongko (2024)	Comparison of EfficientNetB7 and MobileNetV2 in Herbal Plant Species Classification Using Convolutional Neural Networks	Penelitian ini membandingkan 19 arsitektur EfficientNetB7 dan MobileNetV2 dalam mengklasifikasikan berbagai spesies 2 tanaman herbal berbasis CNN. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kedua arsitektur mampu mencapai akurasi sekitar 98% dengan nilai precision, recall, dan F1-score yang tinggi pada sebagian besar kelas, meskipun EfficientNetB7 sedikit lebih unggul pada beberapa metrik evaluasi dibandingkan MobileNetV2.
3	39 Ishan Sheth, Ishika Chatter, Manvendra Jasra, Gireesh Kumar, Richa Sharma (2025)	Herbify: An Ensemble Deep Learning Framework Integrating Convolutional Neural Networks and Vision Transformers for Precise Herb Identification	Penelitian ini mengusulkan 4 kerangka kerja ensemble deep learning yang menggabungkan Convolutional Neural Network (CNN) dengan Vision Transformer untuk identifikasi tanaman herbal secara presisi. Pendekatan ensemble ini terbukti mampu meningkatkan akurasi dan ketahanan model dibandingkan penggunaan CNN saja, sehingga menunjukkan potensi arsitektur hybrid CNN-Transformer untuk pengembangan sistem klasifikasi tanaman herbal maupun rempah rempah di masa mendatang.

2.7 Rangkuman

6
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi kualitas dan jenis rempah rempah berbasis website dengan memanfaatkan metode Convolutional Neural Network (CNN). Sistem yang diusulkan dirancang untuk melakukan klasifikasi citra rempah rempah secara otomatis melalui analisis

visual berbasis citra digital, mulai dari proses preprocessing seperti resizing, normalisasi, dan augmentasi data hingga proses klasifikasi menggunakan arsitektur CNN yang sesuai. Integrasi model CNN ke dalam platform website memungkinkan pengguna untuk mengunggah citra rempah rimpang dan memperoleh hasil klasifikasi secara cepat dan real-time, sehingga dapat membantu proses identifikasi rempah rimpang secara praktis.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang sebagian besar hanya berfokus pada pengujian performa model CNN secara offline atau terbatas pada jumlah jenis rempah rimpang dan dataset yang relatif kecil, penelitian ini menitikberatkan pada implementasi sistem klasifikasi yang dapat diakses langsung oleh pengguna melalui antarmuka website. Beberapa penelitian terdahulu masih menggunakan sistem eksperimental tanpa integrasi aplikasi, atau hanya membandingkan arsitektur CNN seperti AlexNet, ResNet, DenseNet, dan Xception tanpa menyediakan media penggunaan langsung bagi masyarakat. Selain itu, sebagian penelitian juga belum mengkaji aspek kemudahan akses dan penggunaan oleh pengguna non-teknis.

Penelitian ini memperluas pendekatan klasifikasi citra rempah rimpang berbasis CNN dengan menggabungkan deep learning dan teknologi web, sehingga sistem tidak hanya akurat secara teknis tetapi juga aplikatif. Dengan mengintegrasikan model CNN ke dalam sistem berbasis website, penelitian ini memberikan solusi yang lebih praktis bagi UMKM, pedagang rempah, dan masyarakat umum dalam mengidentifikasi kualitas dan jenis rempah rimpang secara mandiri tanpa memerlukan keahlian khusus atau perangkat tambahan.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berupa pengembangan sistem klasifikasi rempah rimpang yang otomatis, efisien, dan mudah diakses, serta menjembatani kesenjangan antara penelitian CNN berbasis citra rempah rimpang dan implementasi nyata yang dapat dimanfaatkan secara luas. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses identifikasi

rempah rimpang serta mendukung pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dalam sektor pertanian dan perdagangan rempah.

METODE PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

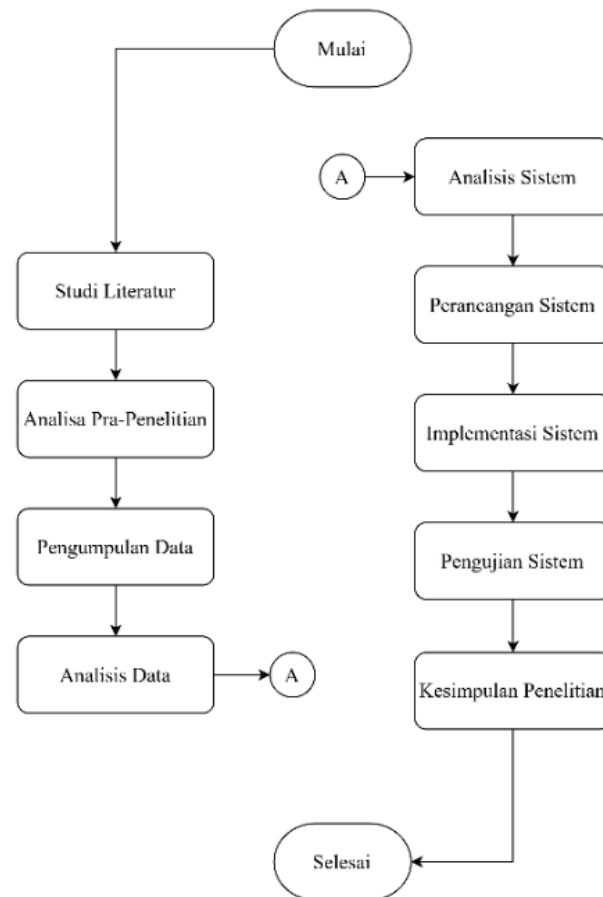
Bab ini menjelaskan secara rinci metode dan tahapan penelitian yang digunakan untuk mengembangkan sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website. Penelitian ini memanfaatkan metode Convolutional Neural Network (CNN) sebagai pendekatan utama dalam mengklasifikasikan citra rempah rimpang ke dalam beberapa kategori sesuai dengan jenis rempah rimpang yang diteliti. CNN dipilih karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur visual secara otomatis dan efektif untuk permasalahan klasifikasi citra. Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi pengumpulan dan persiapan dataset citra rempah rimpang, tahap preprocessing citra, perancangan dan pelatihan model CNN, serta integrasi model ke dalam sistem berbasis website. Selain itu, dilakukan pengujian dan evaluasi performa model menggunakan metrik seperti akurasi, loss, dan confusion matrix untuk menilai keandalan sistem. Setiap tahapan dirancang secara sistematis agar sistem yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang baik, efisien dalam pemrosesan, serta mudah diakses dan digunakan oleh pengguna.

3.2 Kerangka Penelitian

Dalam rangka mendukung pelaksanaan penelitian ini agar berjalan secara terarah dan sistematis, diperlukan suatu kerangka penelitian yang disusun secara terstruktur. Kerangka penelitian ini berfungsi sebagai pedoman dalam melaksanakan setiap tahapan penelitian, mulai dari tahap awal hingga tahap akhir, sehingga seluruh proses dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dengan adanya kerangka penelitian, setiap langkah yang dilakukan memiliki alur yang jelas dan saling berkaitan satu sama lain.

Kerangka penelitian ini mencakup tahapan studi literatur, analisis pra-penelitian, pengumpulan data, analisis data, analisis sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, hingga penarikan kesimpulan penelitian.

Setiap tahapan dirancang untuk saling mendukung dalam pengembangan sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Secara visual, alur tahapan penelitian tersebut disajikan dalam bentuk diagram kerangka penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka penelitian pada Gambar 3.1 diatas, penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sistematis sebagai berikut.

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap awal dalam penelitian ini yang bertujuan untuk memperoleh landasan teori dan pemahaman yang mendalam terkait topik penelitian. Pada tahap ini dilakukan pengkajian terhadap berbagai

sumber referensi seperti jurnal ilmiah, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengolahan citra digital, deep learning, Convolutional Neural Network (CNN), klasifikasi citra, serta karakteristik rempah-rempah sebagai objek penelitian. Hasil dari studi literatur digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode penelitian, pemilihan algoritma CNN, serta perancangan sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website. Dengan adanya studi literatur, penelitian ini diharapkan memiliki arah yang jelas, relevan dengan penelitian sebelumnya, serta mampu mendukung pengembangan sistem yang akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian.

3.2.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) berbasis website. Metode ini dipilih karena CNN memiliki kemampuan yang baik dalam mengekstraksi fitur visual dari citra digital dan efektif digunakan pada permasalahan klasifikasi citra.

Alur kerja metode CNN yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Kerja Convolutional Neural Network (CNN)

Berdasarkan Gambar 3.2, proses klasifikasi dimulai dari input citra rempah yang telah melalui tahap preprocessing, seperti resizing, normalisasi, dan augmentasi data. Selanjutnya, citra diproses melalui lapisan

konvolusi dan pooling untuk mengekstraksi fitur visual. Fitur yang dihasilkan kemudian diteruskan ke lapisan fully connected untuk melakukan proses klasifikasi dan menghasilkan keluaran berupa kategori jenis dan kualitas rempah rimpang.

3.2.3 Analisis Pra-Penelitian

Analisis pra-penelitian merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan serta menentukan ruang lingkup penelitian. Pada tahap ini dilakukan penelaahan terhadap proses identifikasi rempah rimpang yang masih dilakukan secara manual dan memiliki keterbatasan dari segi akurasi dan efisiensi. Berdasarkan analisis tersebut, ditetapkan bahwa penelitian ini berfokus pada klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) berbasis website. Selain itu, pada tahap analisis pra-penelitian juga ditentukan kebutuhan penelitian, meliputi penentuan jenis rempah rimpang yang akan diklasifikasikan, kebutuhan dataset citra, serta gambaran umum sistem yang akan dikembangkan. Analisis ini menjadi dasar dalam menentukan tahapan selanjutnya, seperti pengumpulan data, perancangan sistem, serta implementasi model CNN agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

3.2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan yang bertujuan untuk menyediakan dataset yang akan digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model Convolutional Neural Network (CNN). Data yang dikumpulkan berupa citra rempah sesuai dengan kategori yang telah ditentukan pada tahap analisis pra-penelitian. Citra rempah dikumpulkan dalam bentuk digital dengan memperhatikan variasi bentuk, warna, dan tekstur untuk merepresentasikan kondisi objek yang beragam. Dataset citra yang telah dikumpulkan kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis rempah dan disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan pemeriksaan awal terhadap jenis dan kualitas data, seperti

kejelasan citra dan kesesuaian label, agar data yang digunakan layak untuk proses selanjutnya. Kualitas dan jumlah data yang memadai sangat diperhatikan karena berpengaruh langsung terhadap performa dan akurasi sistem klasifikasi rempah rimpang berbasis CNN yang dikembangkan.

26 3.2.5 Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan setelah pengumpulan dataset citra rempah selesai. Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan diperiksa dan diproses untuk memastikan kualitasnya, termasuk pengecekan kejelasan citra, kesesuaian label, serta distribusi data antar kategori rempah. Selain itu, dilakukan preprocessing citra, seperti resizing, normalisasi, dan augmentasi data untuk meningkatkan jumlah data latih dan memperkuat kemampuan model CNN dalam mengenali variasi visual rempah. Hasil analisis data digunakan sebagai dasar dalam pelatihan model Convolutional Neural Network (CNN) dan evaluasi performa sistem. Analisis ini membantu menentukan strategi pembagian dataset menjadi data latih, validasi, dan uji, sehingga model dapat diuji secara akurat dan memperoleh tingkat klasifikasi yang optimal. Dengan tahap analisis data yang tepat, penelitian ini dapat memastikan bahwa model CNN yang dikembangkan memiliki keandalan dan akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan berbagai jenis rempah rimpang.

1 3.2.6 Analisis Sistem

Analisis sistem dilakukan untuk mengetahui kebutuhan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang digunakan dalam proses pengembangan sistem klasifikasi rempah berbasis Convolutional Neural Network (CNN). Analisis ini bertujuan agar proses pengolahan data, pelatihan model, serta implementasi website dapat berjalan dengan baik dan optimal.

A. Kebutuhan Hardware

101

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari laptop dan smartphone. ¹ Laptop digunakan untuk proses preprocessing data, pelatihan model CNN, serta pengembangan website sistem klasifikasi rempah. Sementara itu, smartphone digunakan untuk proses pengambilan dataset citra rempah.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware yang digunakan

Hardware	Spesifikasi
Laptop	ASUS X455LA
Processor	Int ¹¹³ core i3-4005U
RAM	16 GB DDR3 1600 MHz
Storage	128 GB SSD
Smartphone	Redmi Note 9
Kamera	48 MP

B. Kebutuhan Software

Perangkat lunak ³ yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mendukung proses pembangunan model CNN, pengolahan dataset, hingga implementasi website klasifikasi rempah. Software yang digunakan terdiri dari bahasa pemrograman, framework deep learning, framework website, dan browser pengujian sistem.

Tabel 3. 2 Software yang digunakan

Software	Fungsi
Python	Bahasa pemrograman utama
TensorFlow	Framework deep learning
Keras	Pembuatan model CNN
Visual Studio Code	Pelatihan model dan pengembangan sistem
Flask	Framework website
Google Chrome	Pengujian website

12

3.2.7 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan setelah tahap analisis kebutuhan sistem selesai dilakukan. Tahap ini bertujuan untuk menyusun desain sistem

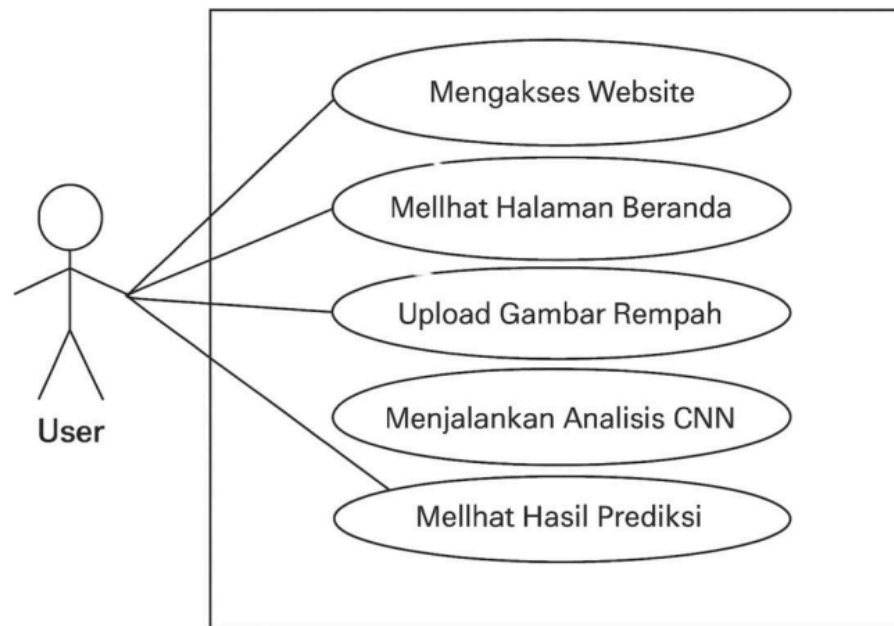
klasifikasi rempah rimpang berbasis website secara lebih rinci agar proses implementasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

116 Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem yang menggambarkan hubungan antara pengguna, antarmuka website, proses pengolahan citra, serta 10 model Convolutional Neural Network (CNN) yang digunakan dalam proses klasifikasi jenis rempah. Perancangan sistem juga mencakup alur kerja sistem mulai dari proses input citra oleh pengguna, tahap preprocessing citra, proses klasifikasi menggunakan model CNN, hingga sistem menghasilkan output berupa hasil prediksi jenis rempah. Selain perancangan proses sistem, tahap ini juga meliputi perancangan antarmuka pengguna (user interface) untuk memastikan website mudah digunakan dan mampu mendukung proses klasifikasi secara efektif. Antarmuka yang dirancang meliputi halaman beranda, halaman unggah citra, halaman hasil prediksi, serta halaman riwayat analisis.

Untuk memperjelas proses kerja dan interaksi pengguna dengan sistem, perancangan sistem pada penelitian ini divisualisasikan 31 menggunakan beberapa diagram, yaitu Use Case Diagram, Activity Diagram, Flowchart Sistem, dan Arsitektur Sistem. 96 Diagram tersebut digunakan sebagai acuan dalam tahap implementasi agar sistem yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

72 A. Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem 5 klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website. Diagram ini menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat diakses oleh pengguna selama menggunakan aplikasi.



26

Gambar 3. 3 Use Case Diagram Sistem

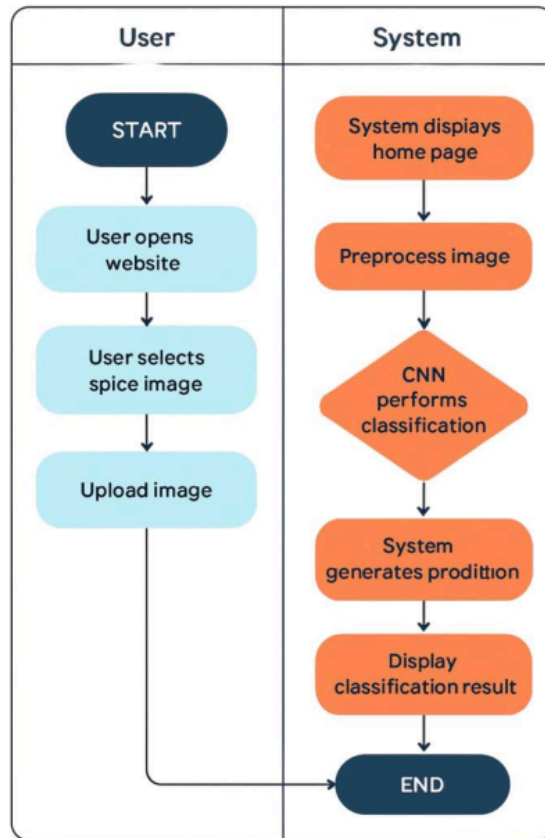
Berdasarkan Use Case Diagram pada Gambar 3.3, terdapat satu aktor utama yaitu User yang berinteraksi langsung dengan sistem. Pengguna dapat melakukan beberapa aktivitas utama, mulai dari mengakses website, melihat halaman beranda, mengunggah gambar rempah, menjalankan analisis menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN), melihat hasil prediksi klasifikasi, hingga mengakses riwayat analisis yang tersimpan pada sistem. Proses klasifikasi dimulai ketika pengguna mengunggah citra rempah ke dalam website. Sistem kemudian menjalankan proses analisis menggunakan model CNN yang telah dilatih sebelumnya. Setelah proses klasifikasi selesai dilakukan, sistem akan menampilkan hasil prediksi kepada pengguna dan menyimpan hasil tersebut ke dalam riwayat analisis.

84

B. Activity Diagram

Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas yang terjadi antara pengguna dengan sistem dalam proses klasifikasi jenis dan kualitas rempah berbasis website. Diagram ini menunjukkan urutan proses

mulai dari pengguna mengakses website hingga sistem menghasilkan hasil klasifikasi menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN).



23
Gambar 3. 4 Activity Diagram Sistem

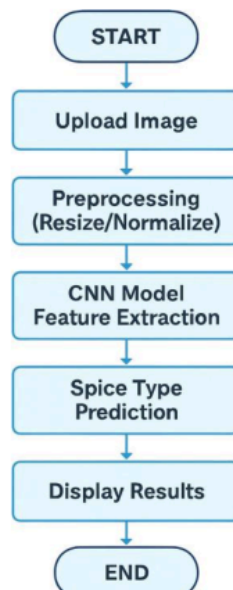
Berdasarkan Activity Diagram pada Gambar 3.4, proses dimulai ketika pengguna mengakses website klasifikasi rempah berbasis CNN. Sistem kemudian menampilkan halaman beranda sebagai tampilan awal aplikasi. Selanjutnya pengguna memilih dan mengunggah citra rempah yang akan digunakan sebagai input klasifikasi. Setelah gambar berhasil diunggah, pengguna menjalankan proses analisis menggunakan model CNN melalui fitur yang tersedia pada website.

Sistem kemudian melakukan preprocessing citra sebelum gambar diproses oleh model Convolutional Neural Network (CNN). Pada tahap ini, model melakukan proses klasifikasi berdasarkan pola visual yang telah

dipelajari selama proses training. Hasil prediksi yang dihasilkan kemudian ditampilkan kepada pengguna dalam bentuk informasi jenis dan kualitas rempah beserta tingkat keyakinan (confidence score).

C. Flowchart Sistem

Flowchart Sistem digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem klasifikasi rempah berbasis Convolutional Neural Network (CNN) secara terstruktur. Diagram ini menunjukkan tahapan proses yang dilakukan sistem mulai dari input citra hingga menghasilkan output berupa hasil prediksi klasifikasi.



Gambar 3. 5 Flowchart Sistem Klasifikasi Rempah Berbasis CNN

Berdasarkan Flowchart Sistem pada Gambar 3.5, proses dimulai ketika pengguna mengunggah citra rempah ke dalam website sebagai data input. Setelah gambar berhasil diunggah, sistem melakukan tahap preprocessing citra yang bertujuan untuk menyesuaikan format data sebelum diproses oleh model CNN. Tahap preprocessing pada sistem meliputi proses resize dan normalisasi citra. Resize dilakukan untuk menyeragamkan ukuran gambar agar sesuai dengan ukuran input model CNN, sedangkan normalisasi

dilakukan untuk menyesuaikan rentang nilai piksel sehingga proses komputasi model dapat berjalan lebih optimal.

Setelah tahap preprocessing selesai dilakukan, citra diproses oleh model Convolutional Neural Network melalui tahap feature extraction. Pada tahap ini, model mengekstraksi pola visual penting dari citra rempah, seperti bentuk, tekstur, warna, dan karakteristik visual lainnya yang digunakan sebagai dasar proses klasifikasi.

3.2.8 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap penerapan hasil perancangan sistem ke dalam bentuk sistem nyata. Pada tahap ini dilakukan pengembangan sistem klasifikasi rempah rimpang berbasis website dengan mengintegrasikan model Convolutional Neural Network (CNN) yang telah dilatih. Proses implementasi meliputi pembuatan antarmuka website, pengembangan backend sistem, serta integrasi model CNN untuk memproses citra rempah yang diunggah oleh pengguna dan menghasilkan hasil klasifikasi. Selain itu, pada tahap implementasi sistem juga dilakukan konfigurasi lingkungan pengembangan dan pengujian awal terhadap fungsionalitas sistem. Pengujian awal bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem, mulai dari proses unggah citra, pemrosesan data, hingga penampilan hasil klasifikasi, dapat berjalan dengan baik. Implementasi sistem ini diharapkan menghasilkan sistem klasifikasi rempah rimpang yang dapat digunakan secara optimal, mudah diakses melalui website, serta sesuai dengan tujuan penelitian.

3.2.9 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian dan mampu menghasilkan output klasifikasi dengan baik. Tahap pengujian mencakup dua aspek utama, yaitu pengujian

performa model Convolutional Neural Network (CNN) dan pengujian fungsionalitas website yang digunakan sebagai media implementasi sistem.

Pengujian terhadap model CNN dilakukan menggunakan data uji yang telah disiapkan sebelumnya untuk mengetahui kemampuan model dalam mengenali jenis dan kualitas rempah rimpang berdasarkan citra yang diberikan. Evaluasi model dilakukan menggunakan beberapa metrik pengukuran, seperti accuracy, loss, dan confusion matrix. Metrik tersebut digunakan untuk melihat tingkat ketepatan model dalam melakukan klasifikasi serta menganalisis performa prediksi pada masing-masing kelas rempah. Selain pengujian model, dilakukan pula pengujian terhadap fungsi sistem website menggunakan metode Black Box Testing. Pengujian ini berfokus pada kesesuaian fungsi sistem berdasarkan input dan output yang dihasilkan tanpa melakukan pemeriksaan terhadap struktur kode program internal. Beberapa fitur yang diuji meliputi akses halaman website, proses unggah citra, proses prediksi klasifikasi, tampilan hasil prediksi, serta fitur riwayat analisis.

3.2.10 Kesimpulan Penelitian

Tahap kesimpulan penelitian merupakan tahap akhir yang bertujuan untuk merangkum seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan. Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian sistem klasifikasi rempah rimpang berbasis website menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Kesimpulan yang diambil mencerminkan tingkat keberhasilan sistem dalam mengklasifikasikan rempah sesuai dengan kategori yang telah ditentukan serta pencapaian tujuan penelitian secara keseluruhan. Pada tahap kesimpulan penelitian juga disampaikan evaluasi terhadap kelebihan dan keterbatasan sistem yang dikembangkan. Evaluasi ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, seperti peningkatan jumlah dataset, pengembangan arsitektur model, atau perluasan fitur sistem. Dengan adanya kesimpulan penelitian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan

kontribusi dan manfaat dalam bidang klasifikasi citra serta penerapan teknologi kecerdasan buatan berbasis website.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Dataset

Tahap pengumpulan dataset dilakukan sebagai langkah awal dalam penelitian klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis Convolutional Neural Network (CNN). Dataset yang digunakan berupa citra beberapa jenis rempah rimpang yang dikumpulkan dan dikelompokkan berdasarkan masing-masing kelas. Dataset citra rempah pada penelitian ini diperoleh melalui proses pengambilan gambar secara langsung menggunakan kamera smartphone Redmi Note 9. Pengambilan citra dilakukan menggunakan latar belakang berwarna putih untuk membantu memperjelas objek rempah dan mengurangi gangguan visual pada citra. Selain itu, proses pengambilan gambar dilakukan pada beberapa kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan yang berbeda agar dataset memiliki variasi visual yang lebih beragam. Variasi tersebut bertujuan untuk meningkatkan kemampuan model Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengenali karakteristik visual rempah secara lebih akurat dan meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap data baru.

Dataset ini digunakan sebagai data pelatihan dan pengujian model CNN agar sistem mampu mengenali karakteristik visual dari setiap jenis dan kualitas rempah rimpang. Pada penelitian ini, dataset terdiri dari lima kelas rempah, yaitu jahe, kencur, kunyit, lengkuas, dan temulawak. Setiap kelas memiliki variasi bentuk, warna, tekstur, serta kondisi pencahayaan yang berbeda-beda sehingga model dapat mempelajari pola visual secara lebih baik selama proses training.

Tabel 4. 1 Jumlah Dataset Penelitian

No	Jenis Rempah Rimpang	Jumlah Dataset
1	Jahe	200
2	Kencur	200
3	Kunyit	200
4	Lengkuas	200
5	Temulawak	200

	Total Dataset	1000
--	----------------------	-------------

Berdasarkan Tabel 4.1, total dataset yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1000 citra rempah rimpang dimana pada masing-masing jenis rempah terdiri dari 50% kualitas baik dan 50% kualitas buruk yang terbagi ke dalam lima kelas utama. Jumlah dataset yang seimbang pada setiap kelas digunakan untuk membantu model CNN dalam mempelajari masing-masing kategori secara lebih optimal dan mengurangi kemungkinan terjadinya ketidakseimbangan data (data imbalance).

4.1.1 Pembagian Dataset

Setelah proses pengumpulan dataset selesai dilakukan, seluruh citra rempah dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu data training, data validation, dan data testing. Pembagian dataset dilakukan menggunakan rasio 80:10:10 untuk memastikan model Convolutional Neural Network (CNN) dapat dilatih dan diuji secara optimal.

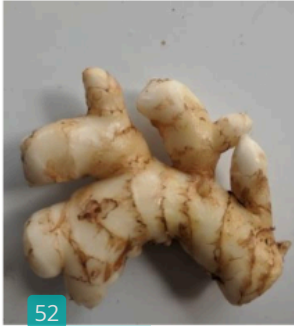
Data training digunakan dalam proses pelatihan model agar sistem dapat mempelajari pola visual dari setiap jenis rempah rimpang. Data validation digunakan untuk memantau performa model selama proses training berlangsung dan membantu mengurangi kemungkinan overfitting. Sementara itu, data testing digunakan untuk melakukan evaluasi akhir terhadap kemampuan model dalam mengklasifikasikan citra rempah yang belum pernah dikenali sebelumnya.

Tabel 4. 2 Rincian pembagian dataset

Jenis Dataset	Persentase	Jumlah Data
Training	80%	800
Validation	10%	100
Testing	10%	100
Total	100%	1000

4.1.2 Contoh Dataset Rempah

Berikut merupakan beberapa contoh citra rempah rimpang yang digunakan pada proses pelatihan dan pengujian model CNN.



Gambar 4. 1 Temulawak A



Gambar 4. 2 Lengkuas A



Gambar 4. 3 Kencur A



Gambar 4. 4 Jahe A



Gambar 4. 5 Kunyit A



Gambar 4. 6 Temulawak B



Gambar 4. 7 Lengkuas B



Gambar 4. 8 Kunyit B



Gambar 4. 9 Kencur B



Gambar 4. 10 Jahe B

15

Berdasarkan contoh dataset pada Gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 dan 4.10, setiap jenis dan kualitas rempah rimpang memiliki karakteristik visual yang berbeda. Jahe memiliki bentuk bercabang dengan warna coklat muda, kunyit memiliki warna kuning yang cukup dominan, sedangkan kencur memiliki ukuran yang lebih kecil dengan tekstur permukaan yang khas. Pada kelas lengkuas dan temulawak terdapat beberapa kemiripan bentuk dan warna sehingga proses klasifikasi menjadi lebih menantang bagi model CNN. Perbedaan karakteristik visual seperti

bentuk, warna, ukuran, dan tekstur tersebut menjadi informasi penting yang dipelajari oleh model CNN selama proses training untuk menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat.

4.2 Training Model CNN

Pada tahap ini dilakukan proses pelatihan model Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan dataset citra rempah rimpang yang telah melalui tahapan preprocessing sebelumnya. Proses training bertujuan agar model mampu mengenali pola visual dari masing-masing jenis dan kualitas rempah rimpang berdasarkan karakteristik bentuk, warna, dan tekstur yang terdapat pada citra. Dataset yang digunakan dibagi ke dalam data pelatihan, data validasi, dan data pengujian agar performa model dapat dievaluasi secara lebih objektif.

Pelatihan model dilakukan menggunakan beberapa parameter yang telah ditentukan, seperti jumlah epoch, batch size, optimizer, serta learning rate. Selama proses training berlangsung, sistem akan mempelajari pola dari data latih dan menyesuaikan bobot pada setiap layer CNN untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi. Hasil dari proses ini kemudian diamati melalui grafik akurasi dan loss guna mengetahui perkembangan performa model pada setiap epoch.

Dari proses pelatihan tersebut diperoleh model yang selanjutnya digunakan untuk melakukan pengujian klasifikasi citra rempah rimpang. Hasil training menjadi bagian penting dalam penelitian ini karena tingkat keberhasilan model sangat dipengaruhi oleh kualitas dataset, arsitektur CNN yang digunakan, serta parameter pelatihan yang diterapkan.

4.2.1 Arsitektur Model CNN

Model klasifikasi pada penelitian ini menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) berbasis transfer learning dengan arsitektur MobileNetV2 sebagai backbone utama. MobileNetV2 dipilih karena memiliki performa yang baik dalam proses klasifikasi citra dengan kompleksitas komputasi yang ringan dan efisien. Selain itu, penggunaan transfer learning memungkinkan model memanfaatkan bobot pretrained dari

ImageNet sehingga proses pelatihan dapat berjalan lebih optimal meskipun menggunakan dataset yang terbatas.

Sebelum proses training dilakukan, citra terlebih dahulu melalui tahap data augmentation yang meliputi rotasi, zoom, dan penyesuaian kontras. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan variasi data pelatihan serta mengurangi kemungkinan terjadinya overfitting pada model.

Arsitektur model diawali dengan input citra berukuran $224 \times 224 \times 3$ yang kemudian diproses menggunakan MobileNetV2 sebagai feature extractor. Feature map yang dihasilkan selanjutnya diproses menggunakan layer GlobalAveragePooling2D untuk mereduksi dimensi data. Setelah itu, diterapkan layer Dense dengan fungsi aktivasi ReLU serta layer Dropout untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model. Pada bagian akhir digunakan layer Dense dengan fungsi aktivasi Softmax untuk menghasilkan prediksi klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang.

Tabel 4. 3 Arsitektur model CNN yang digunakan pada penelitian ini

Layer	Fungsi
Input Layer	Input citra berukuran $224 \times 224 \times 3$
Data Augmentation	Rotasi, zoom, dan penyesuaian kontras
MobileNetV2	Ekstraksi fitur citra
GlobalAveragePooling2D	Reduksi dimensi feature map
Dense (128, ReLU)	Proses klasifikasi
Dropout	Mengurangi overfitting
Dense (Softmax)	Output klasifikasi 5 kelas rempah

4.2.2 Konfigurasi dan Parameter Training

Sebelum proses pelatihan dilakukan, beberapa parameter ditentukan terlebih dahulu agar model CNN dapat berjalan dengan optimal. Parameter tersebut meliputi ukuran citra input, jumlah epoch, batch size, optimizer, serta fungsi aktivasi yang digunakan pada model. Penentuan parameter training dilakukan berdasarkan kebutuhan sistem dan kemampuan model dalam mempelajari pola citra rempah rimpang.

32

Pada penelitian ini, seluruh citra diubah ukurannya menjadi 224×224 piksel agar sesuai dengan arsitektur model yang digunakan. Proses training dilakukan menggunakan optimizer Adam karena memiliki kemampuan adaptasi learning rate yang cukup baik dalam mempercepat proses konvergensi model. Sementara itu, fungsi aktivasi ReLU digunakan pada layer convolution untuk membantu model mengenali pola non-linear pada citra.

Tabel 4. 4 Konfigurasi Parameter Training

Parameter	Nilai
Ukuran Citra	224×224
90ch	25
Batch Size	32
Optimizer	Adam
Learning Rate	0.001
Activation Function	ReLU
Output Activation	Softmax

14

4.2.3 Proses Training Model

Pada tahap ini dilakukan proses pelatihan model Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan dataset citra jenis rempah yang telah melalui tahapan preprocessing sebelumnya. Proses training bertujuan untuk membuat model mampu mengenali pola visual dari masing-masing jenis rempah berdasarkan karakteristik bentuk, warna, dan tekstur citra. Pelatihan model dilakukan menggunakan platform Google Colab dengan memanfaatkan library TensorFlow dan Keras.

21

```

49/49 [=====] - loss: 0.4805 - accuracy: 0.8299 - val_loss: 0.4789 - val_accuracy: 0.8154
Epoch 5/25
49/49 [=====] - loss: 0.3996 - accuracy: 0.8647 - val_loss: 0.4151 - val_accuracy: 0.8615
Epoch 6/25
49/49 [=====] - loss: 0.3819 - accuracy: 0.8686 - val_loss: 0.4407 - val_accuracy: 0.8308
Epoch 7/25
49/49 [=====] - loss: 0.3518 - accuracy: 0.8763 - val_loss: 0.3780 - val_accuracy: 0.8667
Epoch 8/25
49/49 [=====] - loss: 0.3048 - accuracy: 0.8969 - val_loss: 0.3294 - val_accuracy: 0.8923
Epoch 9/25
49/49 [=====] - loss: 0.3259 - accuracy: 0.8827 - val_loss: 0.3328 - val_accuracy: 0.8872
Epoch 10/25
49/49 [=====] - loss: 0.3239 - accuracy: 0.8879 - val_loss: 0.3807 - val_accuracy: 0.8462
Epoch 11/25
49/49 [=====] - loss: 0.3015 - accuracy: 0.8969 - val_loss: 0.2853 - val_accuracy: 0.8821
Epoch 12/25
49/49 [=====] - loss: 0.2316 - accuracy: 0.9227 - val_loss: 0.2517 - val_accuracy: 0.8974
Epoch 13/25
49/49 [=====] - loss: 0.2579 - accuracy: 0.9124 - val_loss: 0.2825 - val_accuracy: 0.9026
Epoch 14/25
49/49 [=====] - loss: 0.2115 - accuracy: 0.9253 - val_loss: 0.2941 - val_accuracy: 0.8923
Epoch 15/25
49/49 [=====] - loss: 0.2568 - accuracy: 0.9124 - val_loss: 0.2961 - val_accuracy: 0.8974
Epoch 16/25
49/49 [=====] - loss: 0.2183 - accuracy: 0.9201 - val_loss: 0.2969 - val_accuracy: 0.8769
Epoch 17/25
49/49 [=====] - loss: 0.2027 - accuracy: 0.9265 - val_loss: 0.3192 - val_accuracy: 0.8872

```

Gambar 4. 11 Proses Training Model CNN Klasifikasi Jenis Rempah Rimpang

```

Epoch 1/25
49/49 [=====] - loss: 0.4825 - accuracy: 0.7835 - val_loss: 0.2869 - val_accuracy: 0.8667
Epoch 2/25
49/49 [=====] - loss: 0.2394 - accuracy: 0.8995 - val_loss: 0.2190 - val_accuracy: 0.9026
Epoch 3/25
49/49 [=====] - loss: 0.2153 - accuracy: 0.9240 - val_loss: 0.2149 - val_accuracy: 0.9026
Epoch 4/25
49/49 [=====] - loss: 0.1802 - accuracy: 0.9253 - val_loss: 0.1803 - val_accuracy: 0.9026
Epoch 5/25
49/49 [=====] - loss: 0.1903 - accuracy: 0.9291 - val_loss: 0.1376 - val_accuracy: 0.9487
Epoch 6/25
49/49 [=====] - loss: 0.1509 - accuracy: 0.9420 - val_loss: 0.1264 - val_accuracy: 0.9590
Epoch 7/25
49/49 [=====] - loss: 0.1647 - accuracy: 0.9265 - val_loss: 0.1304 - val_accuracy: 0.9333
Epoch 8/25
49/49 [=====] - loss: 0.1593 - accuracy: 0.9394 - val_loss: 0.1247 - val_accuracy: 0.9487
Epoch 9/25
49/49 [=====] - loss: 0.1262 - accuracy: 0.9510 - val_loss: 0.1691 - val_accuracy: 0.9282
Epoch 10/25
49/49 [=====] - loss: 0.1392 - accuracy: 0.9433 - val_loss: 0.1719 - val_accuracy: 0.9179

```

Gambar 4. 12 Proses Training Model CNN Klasifikasi Kualitas Rempah Rimpang

Berdasarkan hasil proses training yang dilakukan pada gambar 4.11 dan 4.12 diatas, model CNN menunjukkan peningkatan performa secara bertahap pada setiap epoch. Pada epoch awal, nilai accuracy model berada pada kisaran 82,9% untuk jenis dan 78% untuk kualitas rempah rimpang dengan nilai validation accuracy sebesar 81,5% untuk jenis dan 86% untuk kualitas rempah rimpang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model masih berada pada tahap awal pembelajaran dalam mengenali pola citra dari masing-masing jenis rempah.

Seiring bertambahnya jumlah epoch, performa model mengalami peningkatan yang cukup stabil. Pada epoch ke-8, model berhasil mencapai training accuracy sebesar 89,6% untuk jenis dan 93% untuk kualitas rempah

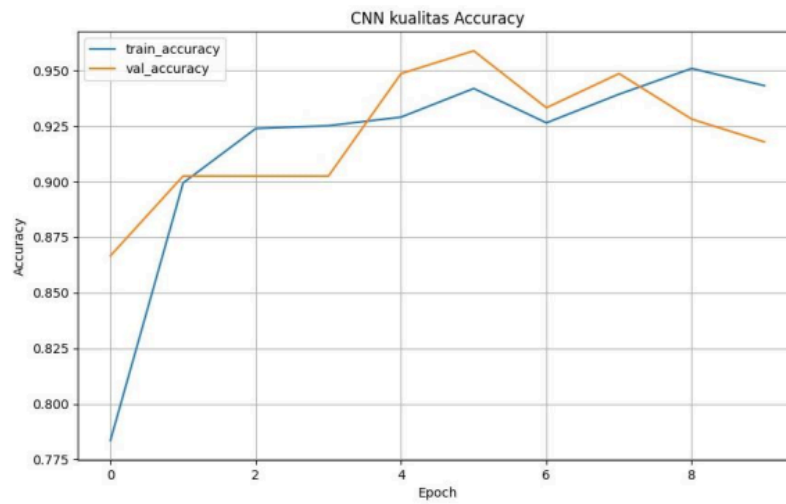
rimbang dengan validation accuracy sebesar 89,2%. Kemudian pada epoch ke-12, nilai training accuracy meningkat menjadi sekitar 92,2%, sedangkan validation accuracy mencapai 89,7% untuk jenis dan 94% untuk kualitas. Peningkatan nilai accuracy menunjukkan bahwa model semakin mampu mengenali karakteristik visual dari setiap jenis dan kualitas rempah rimbang yang digunakan dalam penelitian.

Selain mengalami peningkatan nilai accuracy, model juga menunjukkan penurunan nilai loss selama proses training berlangsung. Pada awal pelatihan, nilai loss masih berada pada angka sekitar 0,48 untuk jenis dan kualitasnya, kemudian menurun secara bertahap hingga mencapai kisaran 0,20 pada epoch berikutnya. Penurunan nilai loss menandakan bahwa tingkat kesalahan prediksi model semakin kecil selama proses pembelajaran berlangsung.

Hasil training juga memperlihatkan bahwa selisih antara nilai training accuracy dan validation accuracy tidak terlalu jauh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang cukup baik terhadap data validasi dan tidak mengalami overfitting secara signifikan selama proses pelatihan dilakukan.

4.2.4 Grafik Accuracy Model

Pada proses training model CNN, tingkat akurasi menjadi salah satu indikator utama untuk melihat kemampuan model dalam mengenali dan mengklasifikasikan citra rempah rimbang. Grafik accuracy digunakan untuk memperlihatkan perkembangan performa model selama proses pelatihan berlangsung, baik pada data training maupun data validation. Semakin tinggi nilai accuracy yang diperoleh, maka semakin baik kemampuan model dalam melakukan klasifikasi terhadap citra yang diberikan.



112

Gambar 4. 13 Grafik Accuracy Model CNN

10

Berdasarkan gambar 4.13 diatas, terlihat bahwa performa model mengalami peningkatan secara bertahap pada setiap epoch. Pada epoch pertama, nilai training accuracy masih berada pada angka sekitar 78,3%, sedangkan validation accuracy mencapai sekitar 86,6%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model masih berada pada tahap awal pembelajaran dan mulai mengenali pola dasar dari masing-masing kelas citra rempah rimpang.

Pada epoch berikutnya, nilai akurasi mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Training accuracy meningkat hingga berada pada kisaran 92% sampai 95%, sementara validation accuracy juga menunjukkan hasil yang cukup stabil di atas 90%. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu mempelajari karakteristik visual pada dataset dengan cukup baik, terutama pada bentuk, warna, dan tekstur citra rempah.

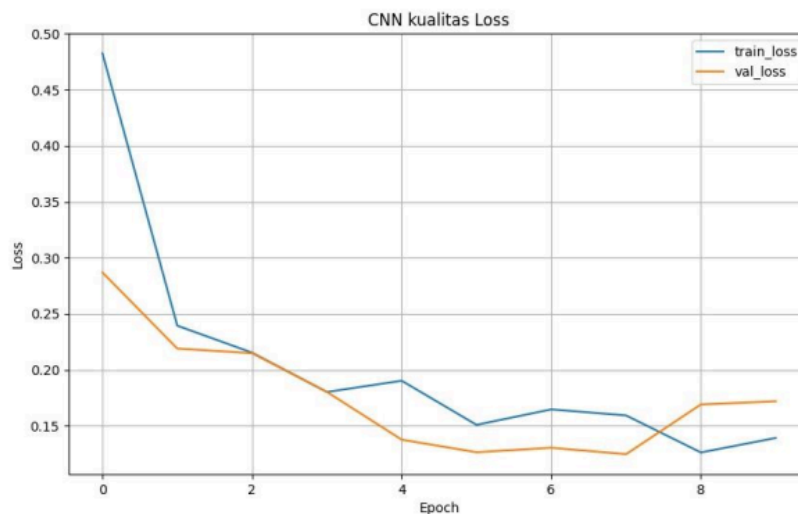
Nilai validation accuracy tertinggi diperoleh pada epoch keenam dengan nilai sekitar 95,9%, sedangkan training accuracy mencapai sekitar 94,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang cukup baik terhadap data validasi. Selisih antara nilai training dan validation accuracy juga tidak terlalu jauh sehingga model tidak

mengalami overfitting secara berlebihan selama proses training berlangsung.

Walaupun pada beberapa epoch akhir terlihat adanya sedikit penurunan pada nilai validation accuracy, kondisi tersebut masih tergolong wajar dalam proses pelatihan CNN. Secara keseluruhan, grafik accuracy menunjukkan bahwa model CNN yang digunakan dalam penelitian ini mampu melakukan proses klasifikasi citra rempah rimpang dengan performa yang cukup baik dan stabil.

4.2.5 Grafik Loss Model

Selain melihat tingkat akurasi, performa model CNN juga dapat dianalisis melalui nilai loss selama proses training berlangsung. Grafik loss digunakan untuk mengetahui tingkat kesalahan model dalam melakukan prediksi terhadap data training maupun data validation. Semakin kecil nilai loss yang dihasilkan, maka semakin baik kemampuan model dalam mengenali pola pada dataset yang digunakan.



Gambar 4. 14 Grafik Loss Model CNN

Berdasarkan grafik loss yang diperoleh pada gambar 4.14, terlihat bahwa nilai training loss dan validation loss mengalami penurunan secara bertahap selama proses training berlangsung. Pada epoch pertama, nilai

training loss masih cukup tinggi yaitu sekitar 0,48, sedangkan validation loss berada pada angka sekitar 0,28. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada tahap awal model masih memiliki tingkat kesalahan prediksi yang cukup besar karena proses pembelajaran baru dimulai.

Memasuki epoch berikutnya, nilai loss mengalami penurunan yang cukup signifikan. Training loss turun hingga berada pada kisaran 0,12 sampai 0,19, sementara validation loss juga mengalami penurunan hingga mendekati angka 0,12. Penurunan nilai loss menunjukkan bahwa model mulai mampu mempelajari pola citra rempah rimpang dengan lebih baik dan menghasilkan prediksi yang semakin akurat.

Nilai validation loss terendah diperoleh pada epoch kedelapan dengan nilai sekitar 0,12. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki performa yang cukup baik dalam melakukan klasifikasi terhadap data validasi. Meskipun pada epoch akhir terlihat adanya sedikit kenaikan pada nilai validation loss, kondisi tersebut masih tergolong normal dan tidak menunjukkan adanya overfitting yang berlebihan.

Secara keseluruhan, grafik loss menunjukkan bahwa model CNN mampu melakukan proses pembelajaran dengan cukup stabil. Penurunan nilai loss yang diikuti dengan peningkatan nilai accuracy menjadi indikasi bahwa model telah berhasil mengenali pola visual pada dataset citra rempah rimpang dengan baik.

4.3 Evaluasi Model

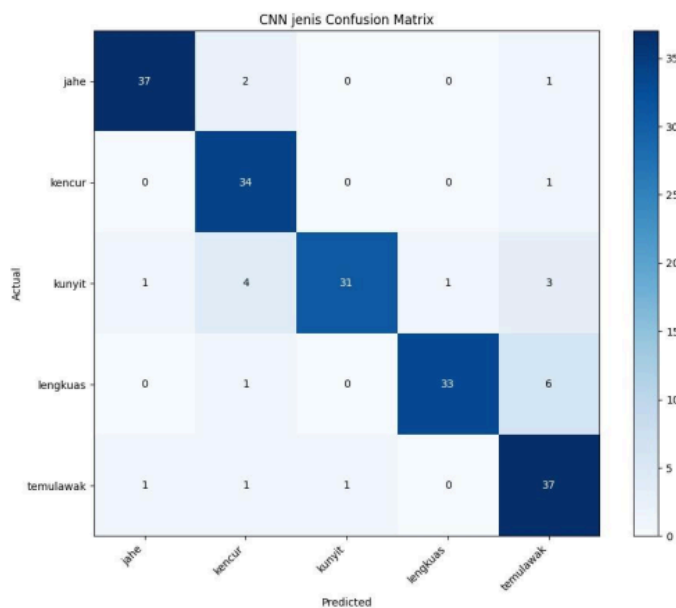
Setelah proses pelatihan model selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah melakukan evaluasi terhadap performa model Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan jenis rempah rimpang. Tahap evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana model mampu mengenali dan membedakan setiap kelas rempah berdasarkan data uji yang diberikan. Evaluasi model dilakukan menggunakan beberapa parameter pengukuran, salah satunya melalui Confusion Matrix. Metode ini digunakan untuk melihat perbandingan

antara hasil prediksi model dengan label sebenarnya pada data pengujian. Dari hasil evaluasi tersebut dapat diketahui tingkat akurasi model serta kesalahan klasifikasi yang masih terjadi pada masing-masing kelas rempah.

Hasil evaluasi model menjadi bagian penting dalam penelitian ini karena dapat menunjukkan tingkat kemampuan model CNN dalam melakukan klasifikasi citra rempah secara otomatis sebelum diimplementasikan ke dalam sistem website.

4.2.1 Confusion Matrix

Evaluasi model dilakukan menggunakan Confusion Matrix untuk mengetahui kemampuan model Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan jenis rempah berdasarkan data uji. Confusion Matrix digunakan untuk membandingkan hasil prediksi model dengan label sebenarnya sehingga dapat diketahui jumlah prediksi yang benar maupun kesalahan klasifikasi pada setiap kelas rempah.



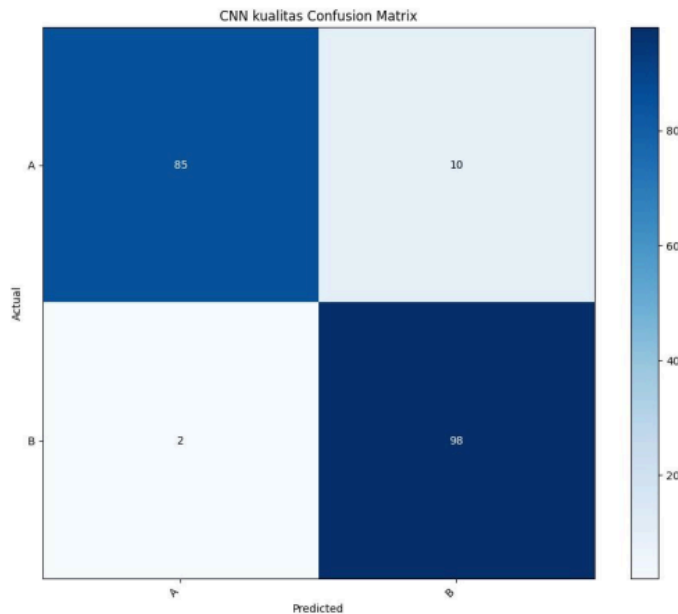
Gambar 4. 15 Confusion Matrix Klasifikasi Jenis Rempah

Berdasarkan hasil Confusion Matrix pada Gambar 4.15, model CNN mampu melakukan klasifikasi jenis rempah dengan cukup baik pada sebagian besar kelas. Nilai yang berada pada diagonal utama menunjukkan

jumlah prediksi yang benar, sedangkan nilai di luar diagonal menunjukkan kesalahan klasifikasi yang dilakukan oleh model.

Pada kelas jahe, model berhasil memprediksi sebanyak 37 data dengan benar dari total data uji yang tersedia. Terdapat beberapa kesalahan prediksi, yaitu 2 data diprediksi sebagai kencur dan 1 data diprediksi sebagai temulawak. Untuk kelas kencur, model menunjukkan performa yang cukup baik dengan 34 data berhasil diprediksi dengan benar dan hanya 1 data yang salah diprediksi sebagai temulawak. Pada kelas kunyit, model berhasil mengenali 31 data dengan benar. Namun masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi, yaitu 1 data diprediksi sebagai jahe, 4 data diprediksi sebagai kencur, 1 data diprediksi sebagai lengkuas, dan 3 data diprediksi sebagai temulawak.

Kelas lengkuas memperoleh 33 prediksi benar, sementara terdapat beberapa kesalahan klasifikasi terutama pada kelas temulawak sebanyak 6 data. Hal ini menunjukkan bahwa model masih mengalami kesulitan dalam membedakan karakteristik visual antara lengkuas dan temulawak pada beberapa citra. Pada kelas temulawak, model berhasil melakukan prediksi benar sebanyak 37 data. Kesalahan klasifikasi yang terjadi relatif sedikit, yaitu masing-masing 1 data diprediksi sebagai jahe, kencur, dan kunyit.



Gambar 4. 16 Confusion Matrix Klasifikasi Kualitas Rempah

Berdasarkan hasil confusion matrix klasifikasi kualitas rempah rimpang, model CNN mampu membedakan kategori kualitas dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Pada kelas kualitas A, model berhasil memprediksi sebanyak 85 data dengan benar dan mengalami kesalahan prediksi sebanyak 10 data ke kelas B. Sementara itu, pada kelas kualitas B, model berhasil mengenali sebanyak 98 data dengan benar dan hanya mengalami kesalahan prediksi sebanyak 2 data ke kelas A. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali perbedaan visual kualitas rempah berdasarkan ciri fisik yang terdapat pada citra.

Hasil Confusion Matrix menunjukkan bahwa model CNN memiliki kemampuan klasifikasi yang cukup baik dalam mengenali jenis rempah rimpang. Sebagian besar data berhasil diprediksi dengan benar, meskipun masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi pada kelas yang memiliki karakteristik visual yang mirip.

4.4 Implementasi Website

Implementasi website dilakukan sebagai tahap penerapan sistem klasifikasi jenis rempah berbasis Convolutional Neural Network (CNN) ke dalam bentuk aplikasi berbasis web yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna. Pada tahap ini, model CNN yang telah melalui proses training dan pengujian diintegrasikan ke dalam website sehingga sistem mampu melakukan klasifikasi citra rempah melalui antarmuka yang telah disediakan.

Website dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan agar pengguna dapat melakukan proses klasifikasi dengan lebih praktis. Pengguna hanya perlu mengunggah gambar rempah melalui halaman yang tersedia, kemudian sistem akan memproses citra menggunakan model CNN dan menampilkan hasil prediksi jenis rempah secara otomatis.

Implementasi website pada penelitian ini meliputi beberapa tampilan utama, seperti halaman beranda, halaman upload gambar, serta halaman hasil prediksi klasifikasi. Setiap halaman memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan sistem dan dirancang untuk mendukung proses klasifikasi citra rempah secara efektif.

4.3.1 Tampilan Halaman Beranda

Halaman beranda merupakan halaman utama yang pertama kali ditampilkan ketika pengguna mengakses website klasifikasi jenis rempah berbasis Convolutional Neural Network (CNN). Halaman ini dirancang sebagai pusat navigasi utama yang memberikan informasi singkat mengenai sistem, metode yang digunakan, serta fitur-fitur yang tersedia pada website. Tampilan antarmuka dibuat sederhana dan interaktif agar pengguna dapat memahami fungsi sistem dengan lebih mudah.



Gambar 4. 17 Tampilan Halaman Beranda Website

Berdasarkan tampilan halaman beranda pada Gambar 4.17, website memiliki beberapa menu navigasi utama seperti Beranda, Studio Uji, Riwayat, Arsitektur, dan Pilih Metode. Menu-menu tersebut digunakan untuk memudahkan pengguna dalam mengakses fitur yang tersedia pada sistem klasifikasi rempah.

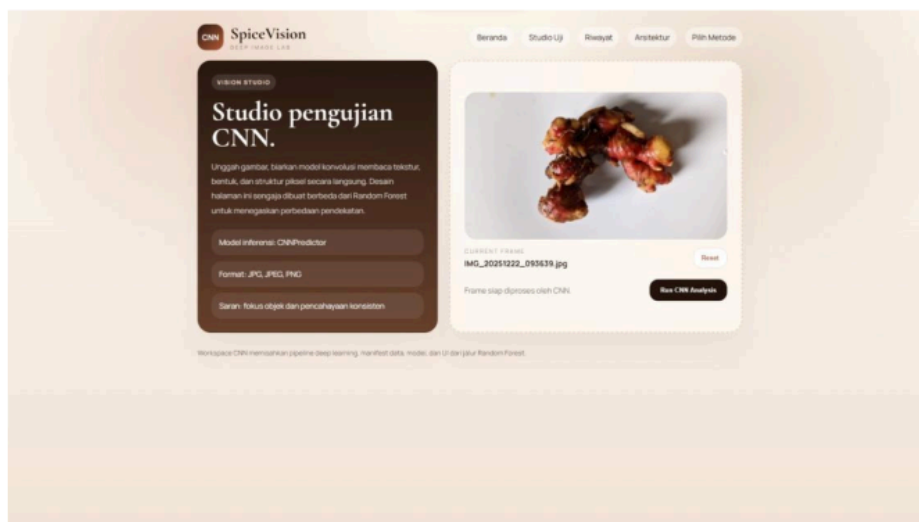
Pada bagian utama halaman ditampilkan informasi mengenai penggunaan metode CNN dalam proses klasifikasi citra rempah. Sistem dijelaskan mampu membaca pola visual rempah secara langsung dari citra yang diunggah pengguna. Selain itu, terdapat penjelasan singkat mengenai alur kerja pipeline CNN yang dimulai dari proses pembacaan dataset, normalisasi citra, proses ekstraksi fitur melalui convolution layer, hingga model menghasilkan prediksi klasifikasi.

Halaman beranda juga menyediakan tombol Masuk Studio Uji yang digunakan pengguna untuk menuju halaman pengujian sistem, serta tombol Lihat Arsitektur untuk melihat informasi arsitektur model yang digunakan. Pada bagian bawah halaman ditampilkan beberapa informasi tambahan terkait karakteristik sistem seperti penggunaan dataset bersama, pemrosesan

visual langsung menggunakan CNN, serta struktur penyimpanan model yang digunakan pada website.

103 4.3.2 Tampilan Halaman Upload Gambar

Halaman upload gambar merupakan halaman yang digunakan pengguna untuk melakukan proses pengujian ² klasifikasi jenis rempah menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN). Pada halaman ini, pengguna dapat mengunggah citra rempah yang akan diproses oleh sistem untuk dilakukan prediksi jenis rempah secara otomatis. Tampilan halaman ¹⁴⁹ dirancang sederhana agar proses pengujian dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.



Gambar 4. 18 Tampilan Halaman Upload Gambar

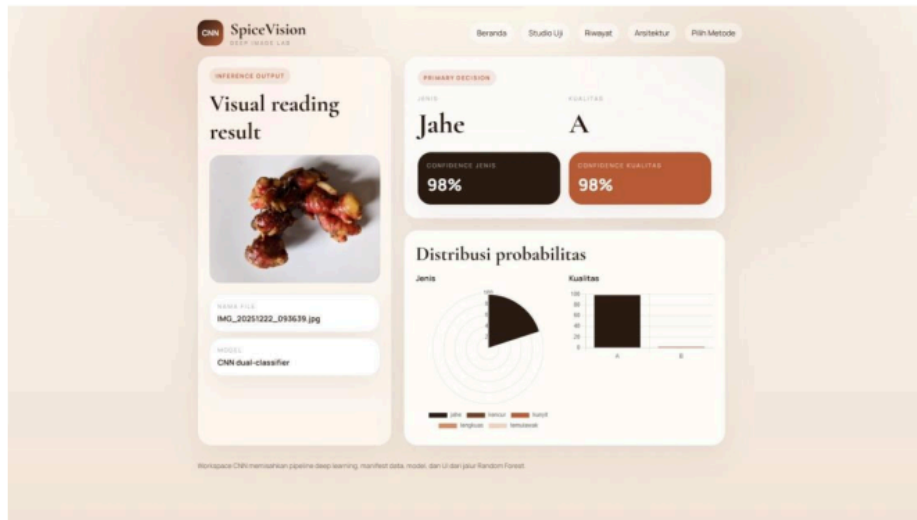
Berdasarkan tampilan pada Gambar 4.18, halaman upload terdiri dari beberapa bagian utama yang mendukung proses klasifikasi citra rempah. Pada sisi kiri halaman ditampilkan informasi mengenai studio pengujian CNN beserta penjelasan singkat terkait fungsi sistem. Informasi tambahan seperti format gambar yang didukung dan saran pengambilan gambar juga ditampilkan untuk membantu pengguna memperoleh hasil prediksi yang lebih optimal.

Pada sisi kanan halaman terdapat area preview gambar yang digunakan untuk menampilkan citra rempah yang telah dipilih pengguna. Sistem akan menampilkan nama file gambar yang diunggah sebelum proses klasifikasi dilakukan. Pengguna kemudian dapat menjalankan proses prediksi dengan menekan tombol Run CNN Analysis sehingga gambar akan diproses oleh model CNN yang telah dilatih sebelumnya.

Selain tombol prediksi, halaman ini juga menyediakan tombol Reset yang digunakan untuk menghapus gambar yang telah diunggah dan menggantinya dengan citra lain. Fitur tersebut memudahkan pengguna apabila ingin melakukan pengujian ulang menggunakan gambar rempah yang berbeda.

4.3.3 Tampilan Halaman Hasil Prediksi

Halaman hasil prediksi merupakan halaman yang digunakan untuk menampilkan output klasifikasi setelah gambar rempah diproses oleh model Convolutional Neural Network (CNN). Pada halaman ini, pengguna dapat melihat hasil identifikasi sistem beserta informasi pendukung yang berkaitan dengan proses prediksi model. Tampilan hasil dirancang agar informasi yang dihasilkan dapat dipahami dengan jelas dan mudah dibaca oleh pengguna.



5
Gambar 4. 19 Tampilan Halaman Hasil Prediksi

Berdasarkan tampilan pada Gambar 4.19, halaman hasil prediksi menampilkan citra rempah yang telah diunggah beserta informasi file yang digunakan pada proses pengujian. Sistem juga menampilkan model yang digunakan dalam proses klasifikasi sehingga pengguna dapat mengetahui metode yang digunakan dalam melakukan analisis citra.

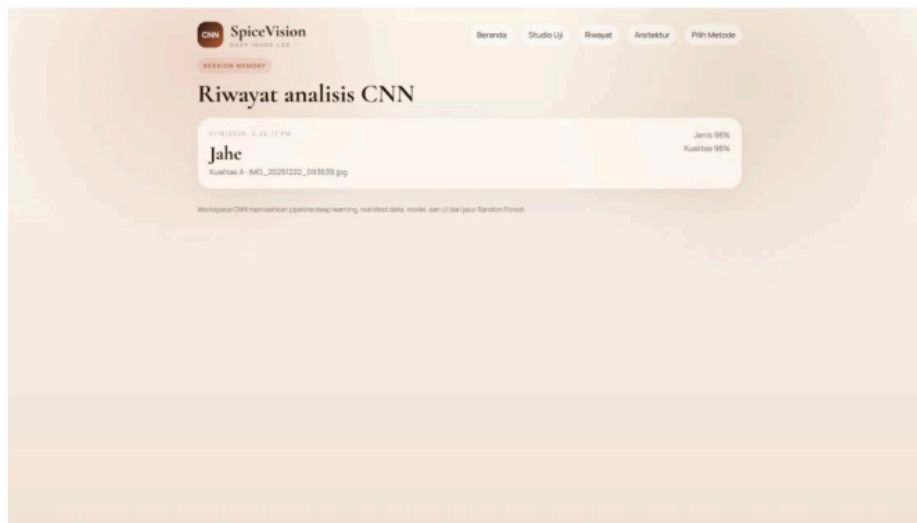
Pada bagian utama halaman ditampilkan hasil keputusan prediksi (primary decision) berupa jenis rempah yang berhasil dikenali oleh model CNN. Berdasarkan contoh hasil pengujian, sistem berhasil mengidentifikasi citra sebagai jahe dengan tingkat confidence score sebesar 98%. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil prediksi yang dihasilkan berdasarkan pola visual yang dipelajari selama proses training.

Selain hasil utama, halaman ini juga menampilkan visualisasi distribusi probabilitas prediksi dalam bentuk grafik. Grafik tersebut digunakan untuk memperlihatkan tingkat probabilitas masing-masing kelas rempah pada proses klasifikasi. Melalui visualisasi ini, pengguna tidak hanya memperoleh hasil prediksi akhir, tetapi juga dapat melihat bagaimana model memberikan tingkat keyakinan terhadap beberapa kemungkinan kelas yang tersedia.

Perlu diperhatikan bahwa pada tampilan sistem masih terdapat indikator kualitas dan jenis rempah rimpang. Namun, fokus penelitian ini berada pada proses klasifikasi jenis rempah, sehingga pembahasan implementasi sistem difokuskan pada hasil identifikasi jenis rempah yang dihasilkan oleh model CNN.

4.3.4 Tampilan Halaman Riwayat Analisis

Halaman riwayat analisis merupakan halaman yang ⁵ digunakan untuk menyimpan dan menampilkan data hasil klasifikasi yang telah dilakukan oleh pengguna sebelumnya. Fitur ini berfungsi sebagai media dokumentasi hasil pengujian sehingga pengguna dapat melihat kembali riwayat analisis citra rempah yang pernah diproses oleh sistem. Dengan adanya fitur riwayat, proses pemantauan hasil klasifikasi menjadi lebih mudah dilakukan tanpa harus mengulangi proses upload dan prediksi dari awal.



Gambar 4. 20 Tampilan Halaman Riwayat Analisis CNN

Berdasarkan tampilan pada Gambar 4.20, halaman riwayat analisis menampilkan daftar hasil prediksi yang tersimpan pada sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi waktu analisis, hasil klasifikasi jenis rempah, nama file gambar yang digunakan, serta nilai tingkat keyakinan (confidence score) yang dihasilkan oleh model CNN.

Pada contoh hasil pengujian yang ditampilkan, sistem berhasil mengenali citra sebagai jahe dengan nilai confidence sebesar 98%. Informasi waktu analisis juga dicantumkan untuk menunjukkan kapan proses klasifikasi dilakukan. Penyimpanan data tersebut memungkinkan pengguna melakukan penelusuran kembali terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya.

Halaman riwayat dirancang dengan tampilan yang sederhana agar informasi hasil klasifikasi dapat dibaca dengan jelas. Keberadaan fitur ini memberikan nilai tambah pada sistem karena pengguna tidak hanya memperoleh hasil prediksi secara langsung, tetapi juga memiliki akses terhadap rekam jejak analisis yang tersimpan selama penggunaan aplikasi.

95 4.5 Pengujian Sistem Website

Pengujian sistem website dilakukan untuk memastikan seluruh fitur pada aplikasi klasifikasi jenis rempah berbasis Convolutional Neural Network (CNN) dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Tahap pengujian dilakukan setelah proses implementasi sistem selesai dilakukan, dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan website dalam menerima input pengguna, memproses citra, serta menampilkan hasil klasifikasi secara benar. Pada penelitian ini, pengujian sistem dibagi menjadi dua tahap utama. Tahap pertama berupa pengujian fungsional sistem menggunakan metode Black Box Testing untuk memeriksa setiap fitur website berdasarkan kesesuaian input dan output yang dihasilkan. Tahap kedua berupa pengujian prediksi sistem yang bertujuan untuk mengukur kemampuan model CNN dalam mengenali jenis rempah melalui citra yang diunggah pengguna.

4 4.3.1 Pengujian Fungsional Sistem Menggunakan Black Box Testing

Pengujian fungsional pada website dilakukan menggunakan metode Black Box Testing. Metode ini digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan perilaku input dan output tanpa melakukan pemeriksaan

terhadap struktur kode program di dalam aplikasi. Pengujian difokuskan pada kemampuan sistem dalam menjalankan fitur-fitur utama yang tersedia pada website.

Beberapa fitur yang diuji meliputi akses halaman beranda, upload gambar, proses klasifikasi menggunakan model CNN, tampilan hasil prediksi, penyimpanan riwayat analisis, serta fungsi reset pada sistem. Hasil pengujian digunakan untuk memastikan bahwa setiap fitur dapat berjalan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat.

Tabel 4. 5 Pengujian Fungsional Website Menggunakan Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Halaman Beranda	Membuka website	Halaman utama berhasil ditampilkan	Berhasil
2	Upload Gambar	Mengunggah file citra rempah	Sistem menerima file gambar	Berhasil
3	Proses Prediksi	Menekan tombol analisis CNN	Sistem menjalankan klasifikasi citra	Berhasil
4	Hasil Prediksi	Menampilkan hasil klasifikasi	Jenis rempah dan confidence score tampil	Berhasil
5	Riwayat Analisis	Menyimpan hasil pengujian	Riwayat analisis berhasil ditampilkan	Berhasil
6	Tombol Reset	Menghapus file upload	Input gambar kembali kosong	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.5, seluruh fitur utama pada website berhasil berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Sistem mampu menampilkan halaman utama dengan baik, menerima input gambar dari pengguna, menjalankan proses klasifikasi citra menggunakan model CNN, serta menampilkan hasil prediksi pada halaman output.

Fitur riwayat analisis dan tombol reset juga dapat dijalankan dengan baik tanpa ditemukan kendala fungsional selama proses pengujian berlangsung. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi website telah memenuhi kebutuhan dasar sistem klasifikasi jenis rempah berbasis web.

4.3.2 Pengujian Prediksi Sistem

Pengujian prediksi sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan model Convolutional Neural Network (CNN) dalam melakukan klasifikasi jenis rempah berdasarkan citra yang diberikan pengguna melalui website. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa data citra uji untuk membandingkan hasil prediksi sistem dengan label aktual dari masing-masing gambar.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Prediksi Sistem

No	Nama File	Jenis Aktual	Prediksi Sistem	Confidence	Hasil
1	IMG001.jpg	Jahe	Jahe	98%	Benar
2	IMG002.jpg	Kunyit	Kunyit	96%	Benar
3	IMG003.jpg	Lengkuas	Lengkuas	95%	Benar
4	IMG004.jpg	Temulawak	Temulawak	94%	Benar
5	IMG005.jpg	Kencur	Kencur	97%	Benar

Berdasarkan hasil pengujian prediksi table 4.6 diatas, model CNN mampu mengenali beberapa jenis rempah dengan tingkat keyakinan yang cukup tinggi. Nilai confidence score yang diperoleh berada pada rentang 94% hingga 98%, menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang baik terhadap citra yang digunakan pada pengujian.

Keberhasilan prediksi pada berbagai kelas rempah menunjukkan bahwa model telah mampu mempelajari karakteristik visual seperti bentuk, warna, dan tekstur dari masing-masing jenis rempah. Implementasi model CNN ke dalam website juga berhasil berjalan dengan baik sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan secara otomatis melalui antarmuka web.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan mengenai klasifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang berbasis website menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model klasifikasi berhasil dibangun menggunakan pendekatan transfer learning dengan arsitektur MobileNetV2 yang dilatih selama 25 epoch pada 1.000 citra rempah rimpang (jahe, kunyit, kencur, lengkuas, dan temulawak) dengan pembagian data 80% pelatihan, 10% validasi, dan 10% pengujian. Selama proses pelatihan, nilai validation accuracy meningkat secara bertahap hingga berada pada kisaran 89% sampai dengan 96%, dengan nilai loss yang terus menurun, sehingga menunjukkan bahwa model mampu belajar mengenali pola visual rempah tanpa mengalami overfitting yang signifikan.
2. Hasil evaluasi menggunakan Confusion Matrix menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan jenis rempah dengan baik pada sebagian besar kelas, meskipun masih terjadi sejumlah kesalahan klasifikasi pada rempah dengan karakteristik visual yang mirip, terutama antara lengkuas dan temulawak. Pada klasifikasi kualitas rempah, model juga menunjukkan performa yang baik dengan kesalahan prediksi yang relatif kecil antara kelas kualitas A dan B, yang mengindikasikan bahwa model cukup andal dalam membedakan perbedaan visual halus pada permukaan rempah.
3. Model CNN yang telah dilatih berhasil diintegrasikan ke dalam sistem berbasis website menggunakan framework Flask, sehingga pengguna dapat mengunggah citra rempah melalui halaman upload dan

memperoleh hasil klasifikasi jenis maupun kualitas secara langsung tanpa memerlukan pengetahuan teknis mengenai deep learning.

4. Hasil pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur pada website, mulai dari proses unggah citra, proses klasifikasi, hingga tampilan hasil prediksi, berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing tanpa ditemukan kegagalan sistem, sehingga sistem dinyatakan layak digunakan.
5. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan platform berbasis website mampu menjadi solusi praktis, cepat, dan mudah diakses untuk membantu UMKM, pedagang rempah, maupun masyarakat umum dalam mengidentifikasi jenis dan kualitas rempah rimpang, sekaligus memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan di sektor pertanian dan pengolahan pangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pengembangan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menambah jumlah dataset dan memperluas variasi kondisi pengambilan citra, seperti pencahayaan, sudut pengambilan, latar belakang, dan kondisi fisik rempah agar model memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik.
2. Mengembangkan sistem dengan menambahkan lebih banyak kategori rempah dan memperluas cakupan klasifikasi tidak hanya berdasarkan jenis, tetapi juga kualitas, tingkat kematangan, atau kondisi kerusakan rempah.
3. Melakukan perbandingan performa beberapa arsitektur deep learning lain seperti ResNet, EfficientNet, DenseNet, atau Xception untuk memperoleh model dengan akurasi dan efisiensi yang lebih optimal.
4. Menambahkan fitur pendukung pada website seperti penyimpanan riwayat hasil prediksi, visualisasi tingkat kepercayaan model, dashboard

statistik penggunaan, serta integrasi basis data agar sistem lebih interaktif dan informatif.

5. Mengembangkan sistem agar dapat diimplementasikan pada platform mobile atau berbasis cloud deployment sehingga akses penggunaan menjadi lebih fleksibel dan dapat digunakan secara lebih luas oleh masyarakat, pelaku UMKM, maupun sektor pertanian.
6. Penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan metode evaluasi yang lebih mendalam, seperti pengujian pada data eksternal dan analisis performa sistem dalam kondisi penggunaan nyata untuk mengetahui tingkat keandalan model secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Vera, R. Salvador-Reyes, G. Quispe, and G. Kemper, "Detection of Adulterants in Powdered Foods Using Near-Infrared Spectroscopy and Chemometrics: Recent Advances, Challenges, and Future Perspectives," *Foods*, vol. 14, no. 18, p. 3195, 2025, doi: 10.3390/foods14183195.
- [2] R. Velázquez, A. Rodríguez, A. Hernández, R. Casquete, M. J. Benito, and A. Martín, "Spice and Herb Frauds: Types, Incidence, and Detection: The State of the Art," *Foods*, vol. 12, no. 18, p. 3373, 2023, doi: 10.3390/foods12183373.
- [3] I. Usman *et al.*, "Advances and Challenges in Conventional and Modern Techniques for Halal Food Authentication: A Review," *Food Sci. Nutr.*, vol. 12, no. 3, pp. 1430–1443, 2023, doi: 10.1002/fsn3.3870.
- [4] J. Selamat, N. A. A. Rozani, and S. Murugesu, "Application of the Metabolomics Approach in Food Authentication," *Molecules*, vol. 26, no. 24, p. 7565, 2021, doi: 10.3390/molecules26247565.
- [5] R. Pandiselvam *et al.*, "Contemporary Developments and Emerging Trends in the Application of Spectroscopy Techniques: A Particular Reference to Coconut (*Cocos Nucifera* L.)," *Molecules*, vol. 27, no. 10, p. 3250, 2022, doi: 10.3390/molecules27103250.
- [6] L. Fang *et al.*, "Using Channel and Network Layer Pruning Based on Deep Learning for Real-Time Detection of Ginger Images," *Agriculture*, vol. 11, no. 12, p. 1190, 2021, doi: 10.3390/agriculture11121190.
- [7] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 02, pp. 104–108, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v1n02.p104-108.
- [8] A. Peryanto, A. Yudhana, and R. Umar, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network Dan K Fold Cross Validation," *J. Appl.*

- Informatics Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–51, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i1.2017.
- [9] T. Zhan, “Hyper-Parameter Tuning in Deep Neural Network Learning,” pp. 95–101, 2022, doi: 10.5121/csit.2022.121809.
- [10] I. N. Switrayana, “Optimizing Scalability in Spice Identification Through Transfer Learning With Convolutional Neural Networks,” *J. Coreit J. Has. Penelit. Ilmu Komput. Dan Teknol. Inf.*, vol. 11, no. 1, p. 73, 2025, doi: 10.24014/coreit.v11i1.35453.
- [11] K. H. Oktaviano and A. H. Nasution, “Pencarian Visual Berbasis Jaringan Convolutional Neural Network Untuk Platform Pemasaran Digital Produk UMKM,” *Jeecom J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 6, no. 2, pp. 348–358, 2024, doi: 10.33650/jeecom.v6i2.9178.
- [12] “Perbandingan Arsitektur MobileNetV2 Dan DenseNet121 Untuk Klasifikasi,” *J. Ilm. Komputasi*, vol. 23, no. 1, 2024, doi: 10.32409/jikstik.23.1.3502.
- [13] D. Pramesthi, I. Ardyati, and A. Slamet, “Potensi Tumbuhan Rempah Dan Bumbu Yang Digunakan Dalam Masakan Lokal Buton Sebagai Sumber Belajar,” *Biodik*, vol. 6, no. 3, pp. 225–232, 2020, doi: 10.22437/bio.v6i3.9861.
- [14] I. Jawaz and R. Rahmadewi, “Sistem Deteksi Pneumonia Paru-Paru Dengan Pengolahan Citra Digital Dan Machine Learning,” *Electron J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.33019/electron.v5i1.114.
- [15] G. Pattnaik and K. Parvathy, “Machine Learning-Based Approaches for Tomato Pest Classification,” *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 20, no. 2, p. 321, 2022, doi: 10.12928/telkomnika.v20i2.19740.
- [16] M. T. Roseno and H. Syaputra, “Classification of Fetal Heart Based on

- Images Augmentation Using Convolutional Neural Network Method,” *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 2, pp. 252–265, 2022, doi: 10.51519/journalisi.v4i2.247.
- [17] B. Provencher, N. Piché, and M. Marsh, “Simplifying and Streamlining Large-Scale Materials Image Processing With Wizard-Driven and Scalable Deep Learning,” *Microsc. Microanal.*, vol. 25, no. S2, pp. 402–403, 2019, doi: 10.1017/s1431927619002745.
- [18] Y. Wang *et al.*, “Using Transcriptome Analysis to Identify Genes Involved in Switchgrass Flower Reversion,” *Front. Plant Sci.*, vol. 9, 2018, doi: 10.3389/fpls.2018.01805.
- [19] R. Nithya, B. Santhi, R. Manikandan, M. Rahimi, and A. H. Gandomi, “Computer Vision System for Mango Fruit Defect Detection Using Deep Convolutional Neural Network,” *Foods*, vol. 11, no. 21, p. 3483, 2022, doi: 10.3390/foods11213483.
- [20] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “ImageNet Classification With Deep Convolutional Neural Networks,” *Commun. Acm*, vol. 60, no. 6, pp. 84–90, 2017, doi: 10.1145/3065386.
- [21] S. Agustiani, D. Pribadi, A. Junaidi, S. K. Wildah, A. Mustopa, and Y. T. Arifin, “Convolutional Neural Networks for Classification of Lung Cancer Based on Histopathological Images,” *Telematika*, vol. 16, no. 2, pp. 82–90, 2023, doi: 10.35671/telematika.v16i2.2356.
- [22] X. Chen, “The Study for Convolutional Neural Network and Corresponding Applications,” *Theor. Nat. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 182–187, 2023, doi: 10.54254/2753-8818/5/20230387.
- [23] L. Huang, “Comparative Study of Deep Learning Neural Networks for Image Classification,” *Highlights Sci. Eng. Technol.*, vol. 62, pp. 78–83, 2023, doi: 10.54097/hset.v62i.10427.

- [24] A. E. Putra, M. F. Naufal, and V. R. Prasetyo, "Klasifikasi Jenis Rempah Menggunakan Convolutional Neural Network dan Transfer Learning," vol. 9, no. 1, pp. 12–18, 2023.
- [25] A. Y. Permana, I. Hariyanti, U. Adhirajasa, R. Sanjaya, B. Jawa, and B. Indonesia, "Identifikasi Kualitas Visual Rempah Ekspor Indonesia Menggunakan Deep Learning Berbasis CNN," vol. 3, no. September, pp. 103–114, 2025.
- [26] D. M. (2023) Muhammad Naufal Adi Saputro, Febri Liantoni, "Application of Convolutional Neural Network Using TensorFlow as a Learning Medium for Spice Classification."
- [27] C. Fadillah, "KLASIFIKASI JENIS REMPAH-REMPAH ALAMI UNTUK KECANTIKAN MENGGUNAKAN DENSENET 121," vol. 9, no. 1, pp. 923–929, 2025.
- [28] C. Nisa and F. Candra, "Classification of Spice Types Using the Convolutional Neural Network Algorithm Klasifikasi Jenis Rempah-Rempah Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," vol. 4, no. January, pp. 78–84, 2024.
- [29] M. F. A. Ilhami and S. Wibisono, "Klasifikasi Rimpang Menggunakan Metode Jaringan Saraf Konvolusi dengan Arsitektur AlexNet," vol. 6, 2023.
- [30] I. Wulandari, H. Yasin, T. Widiharhi, D. Statistika, and U. Diponegoro, "Klasifikasi citra digital bumbu dan rempah dengan algoritma convolutional neural network (cnn) 1,2,3," vol. 9, pp. 273–282, 2020.
- [31] J. F. Bacun, I. Pratama, and J. F. Bacun, "Spice Image Classification Using ResNet50 and Augmentation Technique," vol. 8, no. 3, pp. 746–753, 2025.
- [32] F. W. (2022) Lukman, "Klasifikasi Jenis Rempah-Rempah Menggunakan Metode Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)."

LAMPIRAN





SKRIPSI Sri Wahyuni Sistem Informasi.pdf

ORIGINALITY REPORT

34%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	repository.unisi.ac.id Internet	481 words — 4%
2	proceeding.unpkediri.ac.id Internet	253 words — 2%
3	digilib.unila.ac.id Internet	154 words — 1%
4	repository.polibatam.ac.id Internet	154 words — 1%
5	lab.tik.pnj.ac.id Internet	99 words — 1%
6	eprints.poltektegal.ac.id Internet	80 words — 1%
7	rama.uniku.ac.id Internet	72 words — 1%
8	ojs.unimal.ac.id Internet	67 words — 1%
9	repository.unissula.ac.id Internet	66 words — 1%
10	Zendra Utama, Pahrizal Pahrizal. "PENERAPAN METODE CNN UNTUK ANALISIS SENTIMEN PENGGUNA APLIKASI DOLA", INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 2026 Crossref	60 words — 1%
11	kc.umn.ac.id Internet	57 words — < 1%

eprints.upj.ac.id

12	Internet	51 words — < 1 %
13	Eko Fuji Pangestu -, Bambang Irawan -. "KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN PADI MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR MOBILNETV2", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2026 Crossref	48 words — < 1 %
14	ejurnal.provisi.ac.id Internet	47 words — < 1 %
15	docplayer.info Internet	42 words — < 1 %
16	repository.uin-suska.ac.id Internet	42 words — < 1 %
17	repository.umsu.ac.id Internet	42 words — < 1 %
18	etheses.iainkediri.ac.id Internet	40 words — < 1 %
19	jurnal.polibatam.ac.id Internet	40 words — < 1 %
20	repository.lib.pcr.ac.id Internet	39 words — < 1 %
21	dspace.uui.ac.id Internet	38 words — < 1 %
22	journal.irpi.or.id Internet	37 words — < 1 %
23	repository.polman-babel.ac.id Internet	36 words — < 1 %
24	repository.upstegal.ac.id Internet	36 words — < 1 %
25	ejurnal.methodist.ac.id Internet	34 words — < 1 %

26	text-id.123dok.com Internet	34 words — < 1%
27	journal.nurulfikri.ac.id Internet	32 words — < 1%
28	jurnal.muaraedukasi.id Internet	32 words — < 1%
29	widyabhakti.stikom-bali.ac.id Internet	32 words — < 1%
30	Tiara Adinda Puspita, Adellia Febriyanti, Ardhana Aryaldi Rahmadani, Dicky Apdillah. "Sistem Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Deep Learning dengan Arsitektur MobileNetV2", Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan, 2026 Crossref	31 words — < 1%
31	repositori.usu.ac.id Internet	31 words — < 1%
32	sistemasi.ftik.unisi.ac.id Internet	31 words — < 1%
33	ejurnal.itats.ac.id Internet	30 words — < 1%
34	Ramadhani Zidan Arifin, Hasbi Firmansyah, Wahyu Asriyani. "Prediksi Kelulusan Siswa Berdasarkan Data Demografis dan Akademik pada Dataset Student Performance", Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan, 2025 Crossref	28 words — < 1%
35	repository.ar-raniry.ac.id Internet	28 words — < 1%
36	Al Khaidar Author. "ANALISIS SENTIMEN DI INSTAGRAM TERHADAP MENTERI KEUANGAN PURBAYA YUDHI SADEWA MENGGUNAKAN METODE LOGISTIC REGRESSION", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025 Crossref	27 words — < 1%
37	eprints.polbeng.ac.id Internet	26 words — < 1%

38	Gema Umara Muhammad, Erna Zuni Astuti. "Implementation of Convolutional Neural Network and Support Vector Machine Classification for Disease Detection in Rice Plants", INOVTEK Polbeng - Seri Informatika, 2025 Crossref	25 words — < 1%
39	N Kamal, Malathi S, Mohammed Jamalluddin M, K E Mohamdhas, Sugumar V, Sandeep S. "Medigreen: AI-Driven Medicinal Plant Discovery and Herbal Medicine Guidance", 2026 International Conference on Smart Futuristic Technology, 2026 Crossref	25 words — < 1%
40	Virganda Rimba Asmara, Abdi Pandu Kusuma, Wahyu Dwi Puspitasari. "Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) untuk Pengenalan Huruf Braille dari Citra ke Teks Abjad", Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi), 2026 Crossref	25 words — < 1%
41	ejournal.omahtabing.com Internet	24 words — < 1%
42	ejournal.umkla.ac.id Internet	24 words — < 1%
43	repository.unj.ac.id Internet	24 words — < 1%
44	Siti Noraisyah, Fitri Yunita. "Analisis Sentimen Penggunaan ChatGPT di Kalangan Mahasiswa dalam Pembelajaran menggunakan Metode Naïve Bayes", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026 Crossref	23 words — < 1%
45	penerbitgoodwood.com Internet	23 words — < 1%
46	etheses.uin-malang.ac.id Internet	22 words — < 1%
47	journal.smartpublisher.id Internet	22 words — < 1%
48	openjournal.unpam.ac.id Internet	22 words — < 1%

49	jacis.pubmedia.id Internet	21 words — < 1%
50	repository.ub.ac.id Internet	21 words — < 1%
51	Husain Rahmani, Dadang Iskandar Mulyana. "Analisis Nutrisi Makanan Berbasis Mobile Menggunakan CNN dan Artificial Intelligence", Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), 2026 Crossref	20 words — < 1%
52	etd.eprints.ums.ac.id Internet	20 words — < 1%
53	ojs.unsiq.ac.id Internet	20 words — < 1%
54	Almira Zuhrotus Safira, Sindhu Rakasiwi. "Optimization of Transfer Learning VGG-16 and ResNet50 for Deep Learning-Based Classification of Edible and Poisonous Mushroom Images", Academia Open, 2026 Crossref	19 words — < 1%
55	ejournal.unsrat.ac.id Internet	19 words — < 1%
56	repository.upnjatim.ac.id Internet	19 words — < 1%
57	archive.umsida.ac.id Internet	18 words — < 1%
58	Dia Ragasari, Rama Satriana. "Aplikasi Reservasi Berbasis Web : Studi Kasus Dokter Psikolog", Jurnal Teknik dan Science, 2026 Crossref	17 words — < 1%
59	Nurniat Halawa. "Klasifikasi Sampah Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Algoritma Support Vector Machine", Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology, 2026 Crossref	17 words — < 1%
60	digilib.ulm.ac.id Internet	17 words — < 1%
61	id.123dok.com Internet	17 words — < 1%

62	kuninganmass.com Internet	17 words — < 1%
63	perpus-utama.poltekkes-malang.ac.id Internet	17 words — < 1%
64	repositori.usu.ac.id:8080 Internet	17 words — < 1%
65	santika.upnjatim.ac.id Internet	17 words — < 1%
66	www.mdpi.com Internet	17 words — < 1%
67	Tri Susilowati, Nila Pratiwi. "Sistem Deteksi Otomatis Jenis Jerawat Berbasis Convolution Neural Network (CNN) dan Framework Flask", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026 Crossref	16 words — < 1%
68	journal.uad.ac.id Internet	16 words — < 1%
69	Dody Pradipta, Eko Widodo, David Fahmi A, M. Iqbal Izzul Haq. "Klasifikasi Sentimen Review Pengguna pada Platform Steam Menggunakan Arsitektur Transformer DistilBERT", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026 Crossref	15 words — < 1%
70	Maryogi Yanto, Alda Cendekia Siregar, Asrul Abdullah. "Klasifikasi Penyakit Daun Tanaman Timun Berbasis Convolutional Neural Network (CNN)", Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology), 2025 Crossref	15 words — < 1%
71	repository.unama.ac.id Internet	15 words — < 1%
72	repository.unsoed.ac.id Internet	15 words — < 1%
73	eprints.polsri.ac.id Internet	14 words — < 1%

74	www.ejournal.itn.ac.id Internet	14 words — < 1%
75	"Green and Blue Economy Frameworks for Halal Industry Sustainability", Springer Science and Business Media LLC, 2025 Crossref	13 words — < 1%
76	Yun Muntarti, Alfi Zahra Muharramah, Fiqrah Idhul Dwi, Yabrina Angelika Rantelili, Ilham Julian Effendi. "Klasifikasi citra asap kebakaran hutan untuk monitoring lingkungan berbasis CNN", INFOTECH : Jurnal Informatika & Teknologi, 2025 Crossref	13 words — < 1%
77	ejournal.poltektegal.ac.id Internet	13 words — < 1%
78	eprints.umm.ac.id Internet	13 words — < 1%
79	eprints.walisongo.ac.id Internet	13 words — < 1%
80	jurnal.stkippgritulungagung.ac.id Internet	13 words — < 1%
81	lppm.usm.ac.id Internet	13 words — < 1%
82	mazekowidodo.blogspot.com Internet	13 words — < 1%
83	ojs.unpkediri.ac.id Internet	13 words — < 1%
84	repository.nusamandiri.ac.id Internet	13 words — < 1%
85	tentangai.com Internet	13 words — < 1%
86	Binyi Qin, Wanting Pang, Yun Li, Ruizhao Yang, Danlei Mo, Yongjin Gan, Jincun Zheng, Jiale Zhang, Haiteng Yan. "SPANet: A spectral-prior-guided dual-branch attention network for Panax notoginseng head number	12 words — < 1%

-
- 87 Jayaswal, Daksh. "Biomechanics of Currently Available Surgical Modalities for Juvenile Idiopathic Scoliosis: A Comparative FE Study with Simulated Spinal Growth.", The University of Toledo 12 words — < 1%
ProQuest
-
- 88 Salim Nur Rohman, Ahmad Zhorif Rabbani Libranto, Laveryl Zavi Pratama. "Perancangan Sistem Pemesanan Menu Berbasis Web pada Djakacoffee", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026 12 words — < 1%
Crossref
-
- 89 ejurnal.kampusakademik.co.id 12 words — < 1%
Internet
-
- 90 era.library.ualberta.ca 12 words — < 1%
Internet
-
- 91 journal.umg.ac.id 12 words — < 1%
Internet
-
- 92 ojs.stmik-banjarbaru.ac.id 12 words — < 1%
Internet
-
- 93 repository.teknokrat.ac.id 12 words — < 1%
Internet
-
- 94 scholar.unand.ac.id 12 words — < 1%
Internet
-
- 95 Bintang Priatama, Diyas Ruwandi, Muhammad Ferdianto, Najwa Maulana, Dyah Apriliani. "Pengembangan Website Profile Sekolah Untuk Meningkatkan Digital Branding", Journal of Applied Community Service, 2025 11 words — < 1%
Crossref
-
- 96 Tutus Tricahya Gumelar, Sucipto Sucipto, Anita Sari Wadani. "Implementasi Company Profile Menggunakan Laravel", JSITIK: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi Komputer, 2026 11 words — < 1%
Crossref
-
- 97 atmtoto.net 11 words — < 1%
Internet

98	journal.unm.ac.id Internet	11 words — < 1%
99	rcf-indonesia.org Internet	11 words — < 1%
100	repository.syekhnnurjati.ac.id Internet	11 words — < 1%
101	123dok.com Internet	10 words — < 1%
102	Dadang Iskandar Mulyana, Rasiban, Sutisna, Samuel Figo Banase. "Optimasi Deteksi Gerak Bahasa Isyarat dan Ekpresi Wajah Real Time Dengan Metode Random Forest", Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), 2024 Crossref	10 words — < 1%
103	Muhammad Rizani, Fathurrahmani Fathurrahmani. "Aplikasi Monitoring Hari Tanpa Hujan (HTH) Berbasis Web Pada Stasiun Klimatologi Kelas 1 Banjarbaru", Jurnal Sains dan Informatika, 2018 Crossref	10 words — < 1%
104	defrimardinsyah.com Internet	10 words — < 1%
105	johannessimatupang.wordpress.com Internet	10 words — < 1%
106	pdfcoffee.com Internet	10 words — < 1%
107	repo.unr.ac.id Internet	10 words — < 1%
108	Evan Tanuwijaya, Angelica Roseanne. "Modifikasi Arsitektur VGG16 untuk Klasifikasi Citra Digital Rempah-Rempah Indonesia", MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer, 2021 Crossref	9 words — < 1%
109	Firmansyah Widiarto Prabowo, Ahmad Homaidi, Ahmad Lutfi. "DETEKSI WARNA KULIT MENGGUNAKAN METODE DEEP LEARNING DENGAN ALGORITMA CNN (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK)", E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika, 2024 Crossref	9 words — < 1%

110	Gebrhans Weldegebriel Weldergs, Solomon Teklehaimanot Meresa, Gebreagziher Gebrelibanos Mesfun, Zemcheal Algabrhan et al. "Potato Leaf Disease Detection using Transfer Learning Models And Grad-CAM++ Explainable XAI", 2025 International Conference on Information and Communication Technology for Development for Africa (ICT4DA), 2025 Crossref	9 words — < 1%
111	Muhammad Rauf Ramadhan, Lidya Wati. "Klasifikasi Ras Kucing Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network", remik, 2025 Crossref	9 words — < 1%
112	Setiawan, Adi. "Studi pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan struktur perkerasan kaku ruas Jalan Hos Cokroaminoto Pemalang", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 ProQuest	9 words — < 1%
113	driversfinder.blogspot.com Internet	9 words — < 1%
114	ejournal.unuja.ac.id Internet	9 words — < 1%
115	ejournals.itda.ac.id Internet	9 words — < 1%
116	journal.darmajaya.ac.id Internet	9 words — < 1%
117	journal.upgris.ac.id Internet	9 words — < 1%
118	jurnal.dharmawangsa.ac.id Internet	9 words — < 1%
119	jurnal.pustakagalerimandiri.co.id Internet	9 words — < 1%
120	jurnalelectron.org Internet	9 words — < 1%
121	prosiding.aritekin.or.id Internet	9 words — < 1%
122	repository.dinamika.ac.id	

123 repository.unpar.ac.id
Internet

9 words — < 1%

124 www.e-journal.stmiklombok.ac.id
Internet

9 words — < 1%

125 Bagas Edra Athallah Rafif, Bambang Krismono Triwijoyo, I Nyoman Switrayana. "Klasifikasi Uang Kertas dan Logam Asia Tenggara Menggunakan CNN MobileNetV3 Berbasis Web", Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology, 2026
Crossref

8 words — < 1%

126 Fahtir Angger Prabowo, Fara Diba, Alfiyyah Rima, Muhammad Iqbal Fauzi, Ilyas Lutfi Abdat, Hanif Zaidan Sinaga. "Implementasi Face Age Detection Menggunakan Computer Vision Untuk Identifikasi Rentang Usia", Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology, 2026
Crossref

8 words — < 1%

127 Herdiesel Santoso, Wahyuni Nareswari. "Analisis Sentimen Berbasis Aspek Pada Ulasan Produk Fashion Shopee Dengan Normalisasi Bahasa Slang", Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen, 2026
Crossref

8 words — < 1%

128 Prestian Ramadhan, Yuhandri, Jhon Veri. "Eksplorasi Algoritma Decision Tree untuk Penentuan Siswa Berprestasi", bit-Tech, 2025
Crossref

8 words — < 1%

129 Rahmawati Rahmawati, Nurhikma Arifin, Wawan Firgiawan. "Perbandingan SVM dan CNN MobileNetV2 untuk Klasifikasi Residu Insektisida pada Citra Buah Kakao", Jambura Journal of Informatics, 2026
Crossref

8 words — < 1%

130 Uswatun Hasanah, Erni Rouza, Almaida Almaida, Hana Nafisyah, Saddam Osama, M. Aldi Yuwansyah, Rafli Maulana, Luth Fimawahib. "Klasifikasi dan Identifikasi Buah Sawit dari Citra Visual dengan Deep Learning CNN", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2025
Crossref

8 words — < 1%

131 cdn.juris.id
Internet

8 words — < 1%

132 digilib.uin-suka.ac.id
Internet

		8 words — < 1%
133	digilib.unimed.ac.id Internet	8 words — < 1%
134	e-journal.hamzanwadi.ac.id Internet	8 words — < 1%
135	e-journal.stmiklombok.ac.id Internet	8 words — < 1%
136	ejournal.ftiunmabanten.ac.id Internet	8 words — < 1%
137	ejournal.pppmitpa.or.id Internet	8 words — < 1%
138	ejurnal.lkpkaryaprima.id Internet	8 words — < 1%
139	ejurnal.teknokrat.ac.id Internet	8 words — < 1%
140	holsteinerpark.com Internet	8 words — < 1%
141	jisai.mercubuana-yogya.ac.id Internet	8 words — < 1%
142	jkomtekinfo.org Internet	8 words — < 1%
143	jurnal.itbsemarang.ac.id Internet	8 words — < 1%
144	library.universitaspertamina.ac.id Internet	8 words — < 1%
145	mail.ejournal.itn.ac.id Internet	8 words — < 1%
146	openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id Internet	8 words — < 1%

147	pbi.murnisadar.ac.id Internet	8 words — < 1%
148	pt.scribd.com Internet	8 words — < 1%
149	repositori.kemdikbud.go.id Internet	8 words — < 1%
150	repository.pnj.ac.id Internet	8 words — < 1%
151	repository.unsri.ac.id Internet	8 words — < 1%
152	www.technoslab.in Internet	8 words — < 1%
153	Hartono, Dwi Riyadi. "Prototipe Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Metode Exponential Smoothing Untuk Prediksi Kebutuhan Energi", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 ProQuest	7 words — < 1%
154	Adela Regita Azzahra, Purnawansyah, Herdianti Darwis, Dewi Widyawati. "Klasifikasi Daun Herbal Menggunakan Metode CNN dan Naïve Bayes dengan Fitur GLCM", The Indonesian Journal of Computer Science, 2023 Crossref	6 words — < 1%
155	Agum Pratama, Tito Sugiharto, Panji Novantara. "KLASIFIKASI JENIS TANAMAN ALPUKAT BERDASARKAN BENTUK DAUN MENGGUNAKAN ALGORITMA CNN", Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology), 2025 Crossref	6 words — < 1%
156	Ar'rafi Akram, Safira Adinda Rachmadinasya, Figo Hafidz Melvandino, Harry Ramza. "KLASIFIKASI AKTIVITAS OLAHRAGA BERDASARKAN CITRA FOTO DENGAN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2023 Crossref	6 words — < 1%
157	Muhammad Chairul Azmi, Muhammad Ikhsan. "Analisis Sentimen Wacana Publik di Media Sosial X terhadap Pengungsi Rohingya:	6 words — < 1%

158 Radit Widiyanto, Hanindya Aisyah, Ardiansyah Ardiansyah. "Implementasi Hand Gesture Recognition untuk Bahasa Isyarat Indonesia berbasis MobileNetV2", JKTI Jurnal Keilmuan Teknologi Informasi, 2026

6 words — < 1%

159 Rayhan Uthama, Yuhandri, Billy Hendrik. "Vision Transformer untuk Identifikasi 15 Variasi Citra Ikan Koi", Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology), 2024

6 words — < 1%

160 Riska Amelia, Dwi Budi Santoso. "Prediksi Genre Film Dengan Klasifikasi Multi Kelas Sinopsis Menggunakan Jaringan LSTM", INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 2023

6 words — < 1%

161 Ryan Haris Bawafi. "SISTEM PREDIKSI DIAGNOSA PENYAKIT HEPATITIS MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) SINGLE LAYER PERCEPTRON STUDI KASUS PADA PUSKESMAS TAMBAK", INDEXIA, 2022

6 words — < 1%

162 Yosefa Camilia Moniung, Muhammad Ezar Al Rivan. "Analisis Komparatif Model Transfer Learning Inception-v3 dan Inception-v4 untuk Klasifikasi Citra Daun Tanaman Herbal", Arcitech: Journal of Computer Science and Artificial Intelligence, 2026

6 words — < 1%

163 repo.unand.ac.id

6 words — < 1%