IMPLEMENTASI OPENAI PADA APLIKASI SISTEM DETEKSI MAKANAN HALAL BERBASIS WEBSITE



Disusun Oleh:

N a m a : Muhammad Fiqhi Ramadhan

NIM : 18523150

PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2025

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

IMPLEMENTASI OPENAI PADA APLIKASI SISTEM DETEKSI MAKANAN HALAL BERBASIS WEBSITE

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

N a m a : Muhammad Fiqhi Ramadhan

NIM : 18523150

Yogyakarta, 19 Mei 2025

Pembimbing,

(Dr. Syarif Hidayat S.Kom., M.I.T)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

IMPLEMENTASI OPENAI PADA APLIKASI SISTEM DETEKSI MAKANAN HALAL BERBASIS WEBSITE

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 19 Mei 2025

Tim Penguji

Dr. Syarif Hidayat, S.Kom., M.I.T. _____

Anggota 1

Chandra Kusuma Dewa, S.Kom., M.Cs., Ph.D. _____

Anggota 2

Chanifah Indah Ratnasari, S.Kom., M.Kom. _____

Mengetahui,
Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fiqhi Ramadhan

NIM : 18523150

Tugas akhir dengan judul:

IMPLEMENTASI OPENAI PADA APLIKASI SISTEM DETEKSI MAKANAN HALAL BERBASIS WEBSITE

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Yogyakarta, 6 Mei 2025



(Muhammad Fiqhi Ramadhan)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan tugas akhir ini saya dedikasikan untuk:

Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Hendri Alpian dan Ibu Asih Djahlelawati, yang dengan sangat sangat sabar menanti kelulusan anaknya. Terima kasih telah memberikan semangat yang tiada henti kepada saya. Dukungan yang mereka berikan selalu menjadi sumber inspirasi saya.

Saya mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada Bapak Syarif Hidayat selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir. Bimbingan serta ilmu yang beliau berikan sangat membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terutama, masukan-masukan beliau telah mengubah saya menjadi pribadi lebih baik.

Terakhir, terima kasih kepada teman-teman terdekat saya yang selalu memberikan semangat dan juga energi yang positif. Terima kasih juga kepada teman-teman Informatika yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.

HALAMAN MOTO

"Thought constitutes the greatness of Man, Man is a reed, the most feeble thing in nature, but he is a thinking reed"

Blaise Pascal

"*If you never roll the dice, you'd never have a six*"

-

"Kebanyakan orang lebih sabar nunggu ajal daripada nunggu dirinya berubah"

-

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Swt. yang telah melimpahkan berbagai nikmat, sehingga, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Selawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Saw.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Program Studi Informatika, Universitas Islam Indonesia. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih atas bantuannya kepada pihak yang terlibat dalam proses pembuatan tugas akhir ini sampai selesai. Terima kasih ini saya tunjukan kepada:

1. Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan ridho-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Kedua orang tua saya yang tercinta, Papa Hendri Alpian dan Mama Asih Djahlelawati yang selalu sabar menunggu kelulusan anaknya, dan memberikan segala dukungannya dalam bentuk apapun.
3. Dr. Syarif Hidayat S.Kom., M.I.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah memberikan Arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Arrie Kurniawardhani S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan selama berkuliah di UII.
5. Bapak dan Ibu Dosen Informatika atas segala ilmu yang telah diberikan.
6. Teman terdekat saya, atas segala semangat dan energi positif yang selalu diberikan.
7. Teman-teman seperjuangan Informatika.

Semoga setiap pihak yang telah memberikan doa, dukungan, dan bimbingan selama proses ini senantiasa diberi kemu serta perlindungan oleh Allah SWT. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang masih ada dalam penelitian ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi sumber pengetahuan bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 6 Mei 2025



(Muhammad Fiqhi Ramadhan)

SARI

Ketersediaan informasi mengenai status kehalalan suatu produk makanan menjadi kebutuhan penting bagi konsumen muslim, terutama di negara dengan mayoritas nonmuslim. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi web deteksi makanan halal yang terintegrasi dengan OpenAI API guna mengklasifikasikan bahan makanan berdasarkan hukum Islam. Sistem ini dibangun untuk membantu pengguna dalam mengevaluasi kehalalan produk makanan secara cepat dan otomatis melalui ekstraksi teks dari gambar dan klasifikasi berdasarkan daftar bahan yang terdeteksi.

Metodologi yang digunakan meliputi ekstraksi teks dari gambar menggunakan *Optical Character Recognition* (OCR), pemrosesan data teks, serta klasifikasi bahan makanan menggunakan model bahasa dari OpenAI dengan *prompt* yang merujuk pada hukum makanan Islam, seperti larangan terhadap daging babi, alkohol, bangkai, darah, dan hewan yang disembelih tanpa menyebut nama Allah Swt. Evaluasi dilakukan dengan pengujian kegunaan aplikasi dengan metode *System Usability Scale* (SUS). Pengujian klasifikasi bahan dengan *confusion matrix* dan pengujian hasil terjemahan dengan *cosine similarity.*

Pengujian terhadap 30 produk dan 232 bahan dari berbagai bahasa menunjukkan sistem memiliki performa andal dengan akurasi total 90,52%, serta *precision* dan *recall* tinggi pada kategori halal dan haram tanpa kesalahan klasifikasi antar keduanya. Analisis *cosine similarity* turut mendukung hasil ini, dengan 93% produk menunjukkan kemiripan semantik tinggi antara teks OCR dan referensi. Dari sisi pengguna, 94% responden menyatakan dapat menggunakan aplikasi dengan mudah tanpa bantuan, mencerminkan antarmuka yang intuitif. Ke depan, pengembangan perlu difokuskan pada peningkatan kecepatan klasifikasi, akurasi pada kelas *doubtful*, serta perluasan cakupan responden ke wilayah nonmuslim untuk memperoleh wawasan yang lebih beragam.

Kata kunci: OpenAI API, Kecerdasan Buatan, Makanan Halal, *Website*

GLOSARIUM

API	*Application Programming Interface* atau Antarmuka Pemrograman Aplikasi, yaitu sekumpulan aturan yang memungkinkan dua aplikasi atau lebih untuk saling berkomunikasi.
HTTP	*Hypertext Transfer Protocol*, yaitu protokol yang digunakan untuk mentransfer data di web, memungkinkan komunikasi antara klien dan server dalam sistem berbasis web.
LLM	*Large Language Model*, model kecerdasan buatan yang menggunakan data besar untuk menghasilkan teks yang menyerupai bahasa manusia. Contohnya termasuk model *Generative Pretrained Transformer* (GPT) dari OpenAI.
Prompt Engineering	Proses merancang dan menyusun perintah atau input yang diberikan kepada model LLM, untuk menghasilkan *output* yang diinginkan.
Website	Kumpulan halaman atau dokumen yang saling terkait dan dapat diakses melalui Internet menggunakan *browser*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTO vi
KATA PENGANTAR vii
SARI viii
GLOSARIUM ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 3
1.5 Manfaat 3
1.6 Metodologi Penelitian 4
1.7 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Halal 6
2.2 Pemahaman Hukum Halal Menurut ChatGPT 6
2.2.1 Sumber Pengetahuan ChatGPT 7
2.3 Produk Kemasan 8
2.4 Label Halal 9
2.5 Model GPT-4.o 10
2.6 Prompt Engineering 10
2.7 Optical Character Recognition (OCR) 11
2.8 Website 11
2.9 Penelitian Terdahulu 11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 13

3.1 Alur Tugas Akhir 13
3.2 Analisis Masalah 13
3.3 Perencanaan Konfigurasi OpenAI API 15
3.3.1 OpenAI Playground 15
3.3.2 Ekstraksi Teks 16
3.3.3 Klasifikasi Bahan 18
3.4 Desain Sistem dan Antarmuka 21
3.4.1 Alur Sistem 22
3.4.2 Desain Antarmuka 23
3.5 Implementasi 26
3.6 Evaluasi 27
3.6.1 Pengujian Fungsional 27
3.6.2 Pengujian pada Pengguna 27
3.6.3 Pengujian pada Produk 28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Implementasi 30
4.1.1 Integrasi Flask Dan OpenAI 30
4.1.2 Integrasi dengan JavaScript 32
4.2 Hasil Implementasi Website 36
4.2.1 Tampilan Awal 36
4.2.2 Ekstraksi Teks & Hasil Klasifikasi 38
4.2.3 Penejelasan Bahan 39
4.3 Evaluasi 42
4.3.1 Black Box Testing 42
4.3.2 Pengujian pada Pengguna 43
4.3.3 Pengujian pada Produk 46
4.4 Kelebihan dan Kekurangan 66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 68
5.1 Kesimpulan 68
5.2 Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 70
LAMPIRAN 73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah data yang dimiliki ChatGPT 7
Tabel 3.1. Status Halal 14
Tabel 3.2. Pertanyaan Positif 27
Tabel 3.3. Pertanyaan Negatif 28
Tabel 3.4 Struktur dasar *confusion matrix* 28
Tabel 4.1. Hasil pengujian *Black Box* 42
Tabel 4.2 Demografi pengguna 43
Tabel 4.3. hasil pengujian SUS 44
Tabel 4.4. Hasil hitung skor SUS 45
Tabel 4.5 Pengujian produk 47
Tabel 4.6 Perbandingan hasil sistem dengan hasil manual 53
Tabel 4.7 Perbandingan *threshold* 63
Tabel 4.8 tabel perbandingan *ground truth* dan OCR 64
Tabel 4.9 Hasil *cosine similarity* 66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Produk Kemasan 8
Gambar 2.2. Logo Halal 9
Gambar 3.1. Alur Tugas Akhir 13
Gambar 3.2. Tampilan OpenAI *Playground* 15
Gambar 3.3. Prompt Ekstraksi Teks 16
Gambar 3.4. Fungsi Encode Gambar 17
Gambar 3.5. Fungsi Ekstraksi Teks 18
Gambar 3.6. Prompt Klasifikasi Bahan 19
Gambar 3.7. Function Schema 20
Gambar 3.8. Fungsi Klasifikasi Bahan 21
Gambar 3.9. Alur Sistem 22
Gambar 3.10. Desain tampilan utama 24
Gambar 3.11. Desain pratinjau gambar 24
Gambar 3.12. Desain hasil klasifikasi 25
Gambar 3.13. Desain daftar bahan 26
Gambar 4.1. Import modul 30
Gambar 4.2. Endpoint utama 30
Gambar 4.3. Endpoint upload 31
Gambar 4.4. Fungsi kamera 33
Gambar 4.5. Mengakses *endpoint upload* dengan *Fetch* 34
Gambar 4.6. Pemberian warna pada setiap bahan 35
Gambar 4.7. *Logic* untuk memberikan warna 36
Gambar 4.8. Implementasi tampilan utama 36
Gambar 4.9. Pratinjau gambar 37
Gambar 4.10. Implentasi hasil klasifikasi bahan 38
Gambar 4.11 hasil klasifikasi 39
Gambar 4.12. Hasil *function schema* dalam format JSON 40
Gambar 4.13. Hasil klasifikasi pada produk haram 41
Gambar 4.14. Hasil terjemahan 42
Gambar 4.15 *Confusion matrix* 61
Gambar 4.16 *Precision*, *recall*, *f1-score* 62
Gambar 4.17 Kode program *cosine similarity* 65

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Syariat Islam adalah sistem hukum dan aturan hidup dalam agama Islam yang didasarkan pada sumber utama, yaitu Al-Qur'an dan Hadis. Dalam aspek makanan, syariat islam menetapkan aturan tentang halal dan haram, yang bertujuan untuk menjaga kesucian dan kesehatan dalam konsumsi makanan. Halal berasal dari bahasa Arab yang berarti membolehkan, memecahkan, dan membebaskan. Makanan halal berarti makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi menurut hukum islam, sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an dan Hadis.

Data terbaru dari *World Population Review* mencatat bahwa Indonesia memiliki populasi muslim terbesar di dunia, yaitu 244,7 juta jiwa. Posisi ini disusul oleh Pakistan, India, Bangladesh, dan Nigeria (World Population Review, 2025). Dengan tingginya jumlah penduduk muslim di suatu negara, kebutuhan akan makanan halal juga semakin meningkat. Untuk menjamin kehalalan suatu produk, biasanya produk tersebut diberi label halal oleh lembaga yang berwenang. Label halal merupakan penanda resmi yang diberikan kepada produk yang telah melalui proses verifikasi dan dinyatakan sesuai dengan standar kehalalan oleh lembaga berwenang, seperti Majelis Ulama Indonesia (MUI). Selain sebagai acuan utama dalam memilih produk, label halal juga memberikan rasa aman dan kepercayaan bagi konsumen muslim dalam memenuhi kebutuhan konsumsi yang sesuai dengan prinsip-prinsip Islam.

Banyak produk makanan yang beredar di pasaran berasal dari berbagai negara dengan standar produksi yang berbeda-beda. Keberadaan label halal pada suatu produk dapat memberikan pengaruh bagi konsumen muslim dalam memilih dan membeli produk (Edi Wibowo & Diah Madusari, 2018) (Paramita et al., 2022). Namun, masalah muncul ketika produk tidak mencantumkan label halal secara jelas. Keraguan tersebut sering kali muncul akibat kurangnya pemahaman terhadap komposisi bahan dalam makanan, terutama jika istilah yang digunakan bersifat asing atau teknis. Dalam situasi seperti itu, konsumen cenderung menghindari produk yang dirasa meragukan, karena pengetahuan tentang makanan halal turut mempengaruhi keputusan dalam memilih produk (Fadilah et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan metode yang efisien untuk memverifikasi status kehalalan suatu produk, dalam hal ini, status kehalalan bahan makanan guna mengurangi keraguan dan memberikan jaminan yang jelas bagi konsumen dalam memilih produk makanan yang sesuai dengan prinsip syariat Islam.

Integrasi kecerdasan buatan telah menjadi alat bantu yang efektif bagi praktisi dan pengguna umum (Abimata & Setiawan, 2024). Hal ini sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi, di mana kecerdasan buatan telah menjadi salah satu inovasi utama yang memberikan dampak signifikan dalam kehidupan modern. Kecerdasan Buatan adalah cabang ilmu komputer dirancang untuk mengembangkan sistem yang meniru kecerdasan manusia dalam menyelesaikan berbagai tugas (Eriana et al., 2023). Perkembangannya telah mendorong otomatisasi pekerjaan di berbagai bidang (Nakkeeran, 2022).

Salah satu penerapan kecerdasan buatan yang kini populer adalah *Large Language Models* (LLM), yakni model berbasis jaringan saraf berskala besar yang dilatih dengan data teks masif untuk memahami dan merespons bahasa alami secara kontekstual. LLM digunakan di berbagai aplikasi seperti mesin penerjemah, pembuatan teks, pemahaman bahasa, dan analisis sentimen (Hamarashid et al., 2023). ChatGPT, sebagai implementasi LLM menunjukkan kemampuan luar biasa dalam memahami bahasa alami dari berbagai sisi. Model ini dapat merespon dalam berbagai bahasa serta menanggapi berbagai jenis masukan seperti pertanyaan, pernyataan, maupun perintah secara efektif. Kemampuan memahami konteks memungkinkan ChatGPT menjaga percakapan tetap relevan dan koheren (Al Hakim, 2023). Kemampuan ini juga terlihat dalam studi penerapannya pada aplikasi jual beli kopi, di mana ChatGPT mampu memberikan rekomendasi produk kopi yang menarik dan sesuai dengan preferensi pembeli (Andini et al., 2024).

Penelitian ini menggunakan *Optical Character Recognition* (OCR) untuk mengekstraksi daftar bahan dari kemasan produk sebagai tahap awal dalam proses deteksi makanan halal. Teks yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan model GPT-4.o dari OpenAI untuk mengklasifikasikan bahan-bahan tersebut ke dalam tiga kategori, yaitu halal, haram, atau meragukan (*doubtful*). Model GPT-4.o dipilih karena memiliki keunggulan dalam memahami konteks dan melakukan penalaran secara kompleks (Baktash & Dawodi, 2023). Kombinasi antara teknologi OCR dan model dari OpenAI memungkinkan sistem secara otomatis memilah informasi yang relevan, meningkatkan efisiensi analisis, serta membantu pengguna dalam memahami status kehalalan produk dengan lebih cepat dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagaimana membangun sistem yang dapat membantu pengguna memverifikasi kehalalan produk makanan dengan efisien dan otomatis?
b. Seberapa akurat sistem dalam menentukan status kehalalan bahan makanan jika dibandingkan dengan verifikasi manual?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dibagi menjadi 3, yaitu:

a. Aplikasi hanya dapat membaca daftar bahan makanan dari gambar kemasan produk, bukan dari sumber lain seperti barcode atau input manual.
b. Sistem hanya melakukan ekstraksi dan analisis terhadap teks bahan makanan yang terdeteksi dari gambar kemasan. Analisis ini tidak mencakup aspek penting lain dalam penentuan status kehalalan, seperti keberadaan sertifikasi halal resmi (misalnya dari Majelis Ulama Indonesia), asal-usul bahan, rantai pasok, atau metode penyembelihan. Oleh karena itu, hasil yang menyatakan bahwa suatu produk "halal" bersifat prediktif, dan tidak dapat dijadikan jaminan kehalalan secara mutlak.
c. Hasil klasifikasi yang diberikan oleh sistem berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh model GPT-4.o dari OpenAI. Jika terdapat bahan atau istilah yang tidak dikenal oleh model, maka hasil klasifikasi dapat menjadi kurang akurat atau tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem berbasis website yang dapat membantu pengguna dalam memverifikasi kehalalan produk makanan secara otomatis dan efisien. Sistem ini mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence*, khususnya model GPT-4.o dari OpenAI, untuk mengklasifikasikan bahan-bahan makanan ke dalam 3 kategori, yaitu halal, haram, dan meragukan (*doubtful*).

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi:

a. Bagi konsumen muslim: memberikan kemudahan dalam menentukan kehalalan suatu produk makanan secara cepat dan informatif.

b. Bagi pengembang: memberikan contoh arsitektur integrasi teknologi OCR dan LLM (GPT-4.o) yang dapat dijadikan acuan atau dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi serupa di bidang lain.

1.6 Metodologi Penelitian

Bagian ini memberikan gambaran umum mengenai pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian disusun dalam tiga tahapan utama:

a. Studi Pustaka

Penelitian diawali dengan studi pustaka untuk memahami konsep makanan halal, teknologi OCR, dan kemampuan model GPT-4.o dalam klasifikasi teks, serta meninjau penelitian terdahulu yang relevan.

b. Pengujian dan Perancangan *Prompt*

Mencoba berbagai *prompt* ekstraksi teks dan klasifikasi bahan makanan di dalam *OpenAI Playground*. Kemudian juga menggunakan parameter seperti *temperature* dan *function schema* untuk memperoleh konfigurasi *prompt* yang paling optimal dan konsisten dalam menghasilkan kategori halal, haram, atau *doubtful*.

c. Pengembangan Website

Tahap pengembangan website mencakup implementasi OCR untuk mengekstrak teks dari gambar kemasan produk, integrasi *prompt* GPT-4.o ke dalam backend menggunakan *Flask*, penambahan fitur pengambilan gambar melalui kamera, serta pembuatan antarmuka.

1.7 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan menjadi beberapa bab. Berikut pembahasan dari setiap bab:

a. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian, metodologi penelitian secara umum, serta sistematika penulisan laporan.

b. BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori dan konsep yang menjadi dasar penelitian. Pembahasan meliputi makanan kemasan, label halal, teknologi Optical Character Recognition (OCR), model

GPT-4o dari OpenAI, prompt engineering, serta ulasan terhadap penelitian terdahulu yang relevan.

c. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar berisi rancangan tahapan pengembangan aplikasi dan integrasi model OpenAI, mencakup analisis masalah, pembuatan *prompt*, desain sistem dan antarmuka, dan pengujian.

d. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi website dan pengujian sistem. Pengujian dilakukan dalam tiga bentuk: pengujian *black box*, pengujian oleh pengguna, dan pengujian keakuratan sistem dalam menentukan status kehalalan produk.

e. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyimpulkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Halal

Dalam bahasa Arab, kata Halal berarti memperbolehkan, memecahkan, membebaskan. Secara terminologi atau istilah kata, halal diartikan sebagai segala sesuatu yang apabila dilakukan tidak mendapatkan hukuman atau dosa, dengan kata lain diperbolehkan dalam syariah Islam. Konsep halal sangat penting dalam kehidupan umat muslim, terutama terkait dengan konsumsi makanan. Perintah untuk mengkonsumsi makanan halal dijelaskan pada surah Al-Baqarah ayat 168 yang berisi: *"*Wahai manusia, makanlah sebagian(makanan) di bumi yang halal lagi baik dan janganlah mengikuti langkah-langkah setan. Sesungguhnya ia bagimu merupakan musuh yang nyata*"*. Makanan yang diharamkan dalam Islam meliputi bangkai, darah, daging babi, tercantum pada surah Al-baqarah ayat 173 yang berbunyi *"*Sesungguhnya Dia hanya mengharamkan atasmu bangkai, darah, daging babi, dan (daging) hewan yang disembelih dengan (menyebut nama) selain Allah SWT*"*. Selain itu, untuk minuman, umat Islam diperintahkan untuk menjauhi *khamr* atau minuman yang memabukkan, seperti yang dijelaskan dalam Surah Al-maidah ayat 90 yang berisi: *"*Wahai orang-orang yang beriman, sesungguhnya minuman keras, berjudi, (berkurban untuk) berhala, dan mengundi nasib dengan anak panah adalah perbuatan keji (dan) termasuk perbuatan setan. Maka, jauhilah (perbuatan-perbutan) itu agar kamu beruntung*"*

2.2 Pemahaman Hukum Halal Menurut ChatGPT

Dalam rangka mengembangkan sistem deteksi makanan halal berbasis kecerdasan buatan, penting untuk menyamakan persepsi antara peneliti dan sistem mengenai definisi serta hukum makanan halal. ChatGPT, sebagai salah satu *Large Language Model* (LLM) yang digunakan dalam penelitian ini, memberikan jawaban sebagai berikut: "Dalam Islam, makanan halal adalah makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi sesuai dengan syariat Islam, sebagaimana yang tercantum dalam Al-Qur'an dan Hadis. Makanan dikatakan halal jika tidak mengandung unsur haram seperti babi, alkohol, bangkai, darah, dan disembelih bukan atas nama Allah. Proses penyembelihan dan penanganan juga harus sesuai dengan prinsip-prinsip syariah." Pemahaman ini sesuai dengan persepsi peneliti yang merujuk pada sumber hukum utama Islam, yaitu Al-Qur'an dan Hadis. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengetahuan dasar ChatGPT mengenai hukum halal sesuai dengan prinsip syariat Islam secara umum, sehingga dapat dijadikan acuan awal dalam penyaringan konten makanan.

2.2.1 Sumber Pengetahuan ChatGPT

Dalam mengembangkan sistem deteksi makanan halal berbasis kecerdasan buatan, pemahaman terhadap sumber pengetahuan yang digunakan oleh model menjadi hal yang penting. ChatGPT memperoleh pengetahuannya melalui pelatihan dari berbagai sumber tepercaya dan berskala global, antara lain:

a. Database bahan dari situs seperti Open Food Facts, USDA, FDA, EFSA.
b. Label dan regulasi halal dari MUI, JAKIM, SFDA, dan lainnya.
c. Komposisi produk makanan global (berbasis produk nyata).
d. Kode aditif (seperti *E-code*: E471, E322).

Kombinasi sumber-sumber ini memungkinkan ChatGPT memberikan tanggapan yang berbasis data dan relevan untuk analisis status kehalalan suatu bahan atau produk.

Untuk memberikan gambaran mengenai cakupan pengetahuan yang digunakan dalam proses analisis tersebut, Tabel 2.1 menyajikan estimasi jumlah data yang dimiliki ChatGPT, meskipun jumlah pastinya tidak dapat disebutkan secara eksplisit.

Tabel 2.1 Jumlah data yang dimiliki ChatGPT

Kategori	Estimasi Jumlah Unik	Contoh
Bahan tunggal	10.000	*Glucose syrup, lecithin, whey protein, milk*
E-Number atau *food additives*	1.500	E471, E120, E621
Bahan turunan hewani dan nabati	Ribuan	*Bovine gelatine, fish collagen, lard*
Flavoring atau *enzymatic materials*	Ribuan	*Vanilla extract, rennet*
Produk makanan (merek)	Jutaan (via open database)	Oreo, KitKat

Sebagai bagian dari penelitian ini, sejumlah data bahan makanan diekstraksi dan dievaluasi menggunakan ChatGPT untuk menguji status kehalalannya. Data tersebut mencakup total 20 bahan makanan yang telah diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: halal, haram, dan meragukan, disertai dengan *confidence score* serta penjelasan dari sistem. Rincian data bahan makanan tersebut dapat dilihat dan diunduh pada bagian lampiran.

2.3 Produk Kemasan

Produk kemasan merupakan bagian penting dari sistem distribusi dan informasi produk pangan. Kemasan tidak hanya berfungsi sebagai pelindung fisik terhadap produk, tetapi juga sebagai media komunikasi antara produsen dan konsumen. Melalui kemasan, konsumen dapat mengetahui berbagai informasi penting mengenai produk, seperti kandungan bahan, masa simpan, hingga status kehalalan. Oleh karena itu, regulasi mengenai produk kemasan diperlukan untuk menjamin keamanan, mutu, dan kejelasan informasi yang diterima oleh masyarakat. Contoh produk kemasan bisa dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Produk Kemasan

Pengaturan mengenai produk kemasan diatur dalam UU No.18 Tahun 2012 tentang Pangan, yang secara umum menyebutkan bahwa setiap pangan olahan yang dikemas wajib memiliki label. Ketentuan ini dijelaskan lebih rinci dalam Peraturan Badan POM RI No. 31 Tahun 2018, khususnya pada pasal 5, yang menyebutkan bahwa label harus memuat keterangan paling sedikit mengenai:

a. Nama produk.
b. Daftar bahan yang digunakan.
c. Berat bersih atau isi bersih.
d. Nama dan Alamat pihak produksi atau mengimpor.
e. Logo halal bagi yang dipersyaratkan.
f. Tanggal dan kode produksi.
g. Tanggal, bulan, dan tahun kedaluarsa.

h. Nomor izin edar; dan
i. Asal usul bahan bagi pangan tertentu.

Seluruh informasi tersebut wajib ditulis dalam bahasa Indonesia dan disampaikan secara jelas, mudah dibaca, serta tidak menyesatkan konsumen.

2.4 Label Halal

Label halal adalah tanda atau simbol yang menunjukkan bahwa suatu produk telah dinyatakan memenuhi ketentuan kehalalan sesuai syariat Islam. Keberadaan label ini sangat penting bagi konsumen muslim sebagai jaminan bahwa produk yang dikonsumsi atau digunakan telah melalui proses pemeriksaan dan penetapan kehalalan oleh lembaga berwenang. Mulai tahun 2022, bentuk logo halal Indonesia telah disesuaikan dengan identitas nasional, yakni berupa kaligrafi Arab bertuliskan "Halal" yang menyerupai bentuk gunungan wayang, sebagai simbol budaya lokal Indonesia. Gambar 2.2 merupakan logo halal yang digunakan Indonesia.



Gambar 2.2. Logo Halal

Dalam proses sertifikasi halal di Indonesia, terdapat dua lembaga utama yang memiliki peran penting, yaitu Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) dan Majelis Ulama Indonesia (MUI). BPJPH bertindak sebagai regulator yang mengatur kebijakan, menerbitkan sertifikat halal, serta menetapkan label halal resmi, sementara MUI berperan sebagai otoritas keagamaan yang menetapkan fatwa kehalalan produk Dasar hukum dari pelaksanaan sistem jaminan produk halal ini tercantum dalam Undang Undang Nomor 33 tahun 2014 tentang jaminan produk halal (UU JPH) pasal 15 dan 16, serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Jaminan Produk Halal pasal

34 ayat (1), pasal 35 ayat (1), dan pasal 36. Berdasarkan peraturan-peraturan tersebut, bisa ditarik kesimpulan bahwa produk pangan yang telah tersertifikasi halal:

a. Wajib mencantumkan label halal resmi dari BPJPH.
b. Wajib mencantumkan nomor sertifikat halal.
c. Label halal harus dicetak secara jelas dan mudah dibaca.
d. Label halal harus ditempatkan di kemasan, label produk, atau bagian tertentu dari produk.

Selain itu, produsen wajib menggunakan logo halal resmi dari BPJPH yang berlaku secara nasional. Dengan adanya ketentuan ini, produsen wajib memastikan bahwa label halal dicantumkan secara tepat agar memberikan kejelasan informasi kepada konsumen muslim terkait status kehalalan produk yang dikonsumsi.

2.5 Model GPT-4.o

GPT-4.o adalah model kecerdasan buatan multimodal terbaru yang dikembangkan oleh OpenAI, dirancang untuk mampu memahami dan menghasilkan respon tidak hanya berdasarkan teks, tetapi juga input berupa gambar, audio, dan video secara terpadu. Jika dibandingkan dengan model sebelumnya yaitu GPT-3.5, GPT-4.o mengungguli sebagian besar tugas, termasuk *text generation*, *sentiment analysis*, *and question answering* (Baktash & Dawodi, 2023).

Dalam implementasinya pada aplikasi deteksi makanan halal, GPT-4.o digunakan pada dua proses inti, yaitu untuk mengekstrak teks dari label kemasan produk dan melakukan klasifikasi terhadap daftar bahan yang diperoleh. Klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan apakah suatu bahan tergolong halal, haram, atau meragukan. Keunggulan GPT-4.o dalam memahami konteks dan makna dari teks membuat proses klasifikasi menjadi lebih akurat dan relevan, meskipun bahan ditulis dalam bahasa asing.

2.6 Prompt Engineering

Prompt Engineering merupakan praktik merancang dan menyusun instruksi (*prompt*) yang efektif untuk mengarahkan respons AI secara optimal (Meskó, 2023). Pada aplikasi ini, pembuatan *prompt* sangat penting untuk memastikan hasil ekstraksi teks akurat dan klasifikasi bahan sesuai dengan kategori haram, halal, dan *doubtful.* Oleh karena itu, pembuatan *prompt* membutuhkan banyak percobaan untuk memastikan respon yang didapat sesuai dengan keinginan.

2.7 Optical Character Recognition (OCR)

Optical Character Recognition atau biasa disebut OCR merupakan cabang dari ilmu komputer yang berfokus pada proses membaca teks dari dokumen teks atau gambar, kemudian mengubahnya menjadi format digital yang dapat diproses oleh komputer, seperti dalam bentuk kode ASCII (Ali et al., 2015). Dalam pengembangannya, OCR telah terintegrasi dengan teknologi kecerdasan buatan, terutama *deep learning*, yang memungkinkan pengenalan karakter menjadi lebih akurat. Saat ini tersedia berbagai pustaka dan layanan OCR yang dapat diintegrasikan dalam aplikasi, seperti TesseractOCR sebagai pustaka *open source*, atau layanan berbasis API seperti OpenAI.

OCR telah banyak digunakan untuk membaca teks, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Hanif et al. (2023) yang menerapkan OCR untuk mendeteksi karakter pada plat nomor kendaraan. Kemudian pada penelitian Toha & Triayudi (2022), yang berhasil membaca tulisan pada e-KTP. Kedua penelitian tersebut mendapatkan akurasi yang tinggi, meskipun masih terdapat beberapa faktor yang memengaruhi hasil seperti jarak pengambilan gambar, kejelasan karakter teks, dan pencahayaan. Dalam konteks aplikasi deteksi makanan halal, OCR berfungsi untuk mengekstrak teks dari gambar label produk, yang kemudian digunakan dalam proses klasifikasi bahan makanan.

2.8 Website

Website merupakan media penyedia informasi yang dapat diakses secara daring melalui jaringan internet dan dapat diakses dimana saja selama terkoneksi dengan internet (Rahmi et al., 2023). Dalam pengembangan sistem deteksi makanan halal, website tidak hanya berfungsi sebagai sarana akses aplikasi, tetapi juga menyediakan layanan interaktif yang memungkinkan pengguna melakukan verifikasi kehalalan produk secara cepat dan praktis.

2.9 Penelitian Terdahulu

Pernelitian pertama yang dilakukan Khairani et al. (2022), yang menggabungkan teknologi *Named Entity Recognition* (NER) dan *Optical Character Recognition* (OCR). Pada penelitian ini, Model NER digunakan untak mengenali bahan makanan dan mengkategorikannya ke dalam 3 entitas, yaitu halal, haram, syubhat. Sedangkan teknologi OCR digunakan untuk membaca dan mengekstraksi teks dari gambar. Berdasarkan pengujian terhadap 24 produk, aplikasi yang dikembangkan menunjukkan akurasi OCR sebesar 90% dan juga akurasi model NER sebesar 84%. Penelitian selanjutkan oleh Widya et al. (2019), yaitu

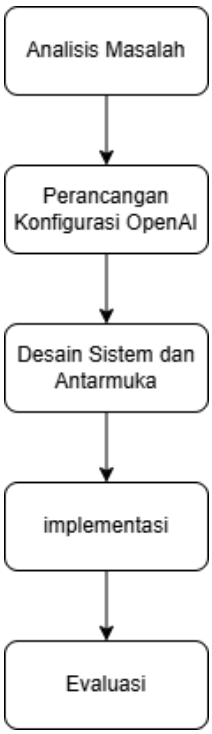
pengembangan aplikasi Android untuk memeriksa kehalalan produk makanan impor menggunakan teknologi *barcode scanner.* Aplikasi menggunakan algoritma Boyer Moore untuk mencocokan nilai digit barcode dengan database yang tersedia. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi mampu memberikan informasi secara cepat dan akurat. Penelitian selanjutnya dikembangkan Setiawan et al. (2018) yaitu aplikasi Android yang memungkinkan pengguna mencari informasi kehalalan produk melalui pencarian manual atau pemindaian barcode. Aplikasi dilengkapi fitur berbagi informasi antar pengguna dan dapat digunakan tanpa koneksi internet melalui penyimpanan lokal. Hasil pengujian *usability* menunjukkan aplikasi mudah digunakan dengan tingkat kepuasan pengguna sebesar 84,79%. Rahman & Basuki (2023) juga mengembangkan aplikasi pemindai barcode untuk memverifikasi status kehalalan produk makanan. Aplikasi ini dirancang untuk menyediakan informasi yang tepat dan mudah diakses oleh mahasiswa muslim di luar negeri mengenai kehalalan produk makanan. Pengguna dapat dengan cepat memindai barcode untuk memeriksa status kehalalan, serta turut berperan dalam proses verifikasi informasi. Implementasi prototipe ini terbukti efektif dalam memenuhi kebutuhan akan informasi halal yang dapat diandalkan. Terakhir, Mavani et al. (2025) merancang sebuah sistem pemindaian barcode yang menggabungkan *Fuzzy Logic* (FL) dengan *Grapical User Interface* (GUI) untuk mendeteksi status kehalalan produk makanan. Sistem tersebut bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memeriksa status kehalalan produk secara cepat dan tepat melalui proses ekstraksi sampel makanan dan data bahan menggunakan teknologi FL serta MATLAB R2022a. Berdasarkan hasil pengujian terhadap dua puluh sampel produk, baik yang halal maupun non-halal, sistem ini terbukti efektif dalam mengidentifikasi status kehalalan produk.

Berdasarkan berbagai penelitian di atas, terlihat bahwa pendekatan berbasis teknologi seperti OCR, NER, dan barcode scanner telah memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pendeteksi kehalalan produk makanan. Penelitian-penelitian tersebut menjadi landasan penting dalam merancang solusi yang lebih adaptif dan cerdas. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi makanan halal berbasis website dengan memanfaatkan teknologi OpenAI, yang diharapkan mampu memperkuat proses ekstraksi informasi dan klasifikasi bahan makanan secara lebih dinamis, akurat, serta mudah diakses oleh pengguna.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Tugas Akhir

Alur tugas akhir dimulai dengan analisis masalah untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam deteksi kehalalan makanan, lalu dilanjutkan dengan perancangan konfigurasi OpenAI yang meliputi pembuatan *prompt* dan pengaturan model GPT-4.o untuk klasifikasi bahan makanan. Setelah itu, dilakukan desain sistem dan antarmuka, yang mencakup alur proses unggah foto, ekstraksi teks, dan klasifikasi bahan makanan, serta desain antarmuka pengguna yang memastikan tampilan aplikasi mudah digunakan dan intuitif. Tahap berikutnya adalah implementasi, di mana sistem dibangun dan diintegrasikan dengan OpenAI serta teknologi OCR. Akhirnya, pada tahap evaluasi, dilakukan pengujian aplikasi. Alur tugas akhir bisa dilihat dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Tugas Akhir

3.2 Analisis Masalah

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi kehalalan makanan berbasis kecerdasan buatan, yang memungkinkan pengguna mengidentifikasi status kehalalan suatu produk dengan memindai daftar bahan makanan pada kemasan melalui gambar. Banyak produk mengandung bahan tambahan dengan istilah teknis yang sulit dipahami oleh konsumen.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem otomatis yang mampu mengklasifikasikan bahan-bahan tersebut ke dalam kategori halal, haram, dan meragukan (*doubtful*). Keterangan untuk setiap status kehalalan bisa dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Status Halal

Halal Status	Keterangan
Halal	Boleh dan aman untuk dikonsumsi oleh umat muslim.
Haram	Tidak boleh dikonsumsi oleh muslim berdasarkan hukum Islam.
Doubtful	Ragu atau kurang jelas. Bisa jadi kurang jelas asal bahannya.

Sistem ini memanfaatkan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) untuk mengekstraksi teks dari gambar, yang kemudian dikombinasikan dengan model GPT-4.o dari OpenAI dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan bahan makanan. OpenAI mampu menyaring teks yang relevan dengan bahan makanan, sehingga memastikan hanya informasi penting yang dianalisis dan diklasifikasikan. Setelah ekstraksi, model mencocokkan data dengan basis pengetahuannya untuk menentukan status kehalalan bahan. Model ini telah dilatih dengan berbagai data yang mencakup informasi umum tentang hukum makanan dalam Islam serta berbagai bahan makanan yang umum digunakan dalam industri pangan. Dengan menggunakan model ini, sistem dapat memberikan analisis cepat terhadap bahan makanan yang terdeteksi dalam gambar atau teks, kemudian mengklasifikasikannya ke dalam kategori halal, haram, atau *doubtful*.

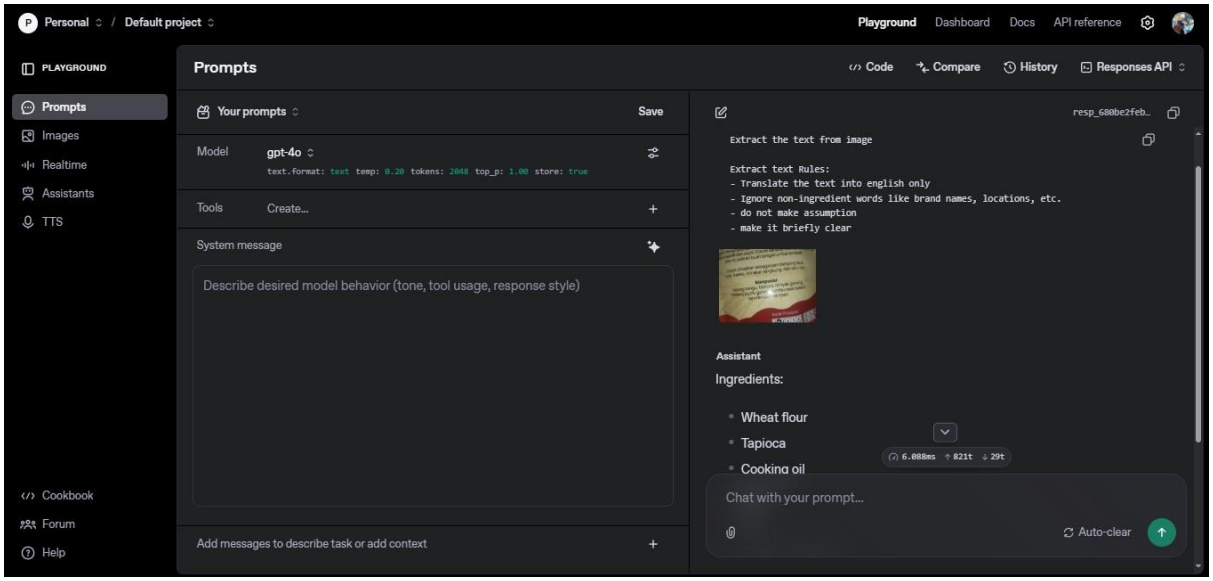
Tantangan utama dari pemanfaatan kedua teknologi ini meliputi akurasi ekstraksi teks yang bergantung pada kualitas gambar, serta kesalahan interpretasi bahan yang bisa terjadi karena perbedaan pengolahan, sumber, atau istilah yang digunakan. Oleh karena itu, sistem harus mampu menyaring informasi yang tidak relevan dan memberikan informasi tambahan bagi pengguna untuk membantu klarifikasi bahan yang terdeteksi. Dengan mengatasi tantangan ini, penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan sistem deteksi halal yang akurat, efisien, dan sesuai dengan prinsip halal dalam Islam.

3.3 Perencanaan Konfigurasi OpenAI API

Pada tahap ini, dilakukan perancangan *prompt* yang digunakan untuk memberikan konteks kepada model OpenAI agar dapat mengenali dan mengklasifikasikan bahan makanan berdasarkan daftar yang diberikan. Prompt tersebut dirancang sedemikian rupa agar mampu menangani berbagai bentuk penulisan bahan makanan dan memberikan output yang konsisten.

3.3.1 OpenAI Playground

Sebelum melakukan integrasi model OpenAI ke dalam backend aplikasi, tahap awal yang dilakukan adalah melakukan pengujian dan penyusunan *prompt* pada *OpenAI Playground*. *OpenAI Playground* merupakan sebuah antarmuka interaktif yang disediakan oleh OpenAI untuk menguji respon model terhadap *prompt* secara langsung. Tampilan OpenAI Playground bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Tampilan OpenAI *Playground*

Tujuan utama penggunaan *OpenAI Playground* dalam penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap *prompt* yang dirancang dapat memberikan hasil yang konsisten, relevan, dan sesuai dengan kebutuhan sistem. Selain itu, pengaturan parameter model seperti *temperature*, jenis model, dan format respon juga ditentukan agar hasil klasifikasi sesuai dengan kebutuhan sistem. Berikut adalah parameter utama yang digunakan dalam pengujian pada *OpenAI Playground*:

a. Model: Menggunakan model GPT-4.o, model dari OpenAI yang mampu menangani input berupa teks maupun gambar. Model ini juga mendukung fitur *function calling* yang memungkinkan struktur *output* disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi.
b. *Prompt*: Instruksi yang disusun secara sistematis untuk mengarahkan model menghasilkan output yang sesuai dengan format yang diinginkan.
c. *Temperature*: Digunakan untuk mengontrol tingkat variasi dalam output. Semakin rendah nilai *temperature*, maka semakin sedikit variasi dalam jawaban. Sehingga *output* yang dihasilkan menjadi lebih deterministik dan konsisten sesuai kebutuhan klasifikasi dan ekstraksi yang faktual.
d. *Output Format*: Menggunakan format JSON karena mudah diproses oleh backend dan sesuai dengan struktur data yang dibutuhkan dalam *parsing* hasil klasifikasi.

3.3.2 Ekstraksi Teks

Untuk menghasilkan ekstraksi teks yang sesuai dengan kebutuhan klasifikasi, *prompt* dirancang agar model dapat memahami konteks bahan makanan dengan benar. Dalam prompt ini, instruksi diberikan untuk menerjemahkan teks ke dalam bahasa Inggris, mengabaikan kata-kata yang tidak relevan seperti nama merek dan lokasi, serta menghindari asumsi yang tidak berdasar. Tujuan dari konfigurasi ini adalah memastikan bahwa hasil ekstraksi hanya berisi bahan-bahan makanan yang bersih, jelas, dan siap untuk diproses lebih lanjut oleh sistem klasifikasi halal. Gambar 3.3 merupakan prompt untuk ekstraksi teks.

```
def extracted_prompt():
    return f'''
    Extract the text from image

    Extract text Rules:
    - Translate the text into english only
    - Ignore non-ingredient words like brand names, locations, etc.
    - do not make assumption
    - make it briefly clear
    '''
```

Gambar 3.3. Prompt Ekstraksi Teks

Untuk dapat mengirim gambar melalui permintaan API dalam format JSON, diperlukan proses konversi dari format biner ke teks. Proses ini dilakukan dengan mengubah gambar menjadi format Base64, yaitu metode pengkodean yang mengubah data biner menjadi representasi teks ASCII. Dengan format ini, gambar dapat dikirimkan melalui protokol HTTP

atau JSON tanpa mengalami kerusakan data. Fungsi encode_image digunakan untuk menjalankan proses ini, di mana gambar dibuka dalam mode biner, kemudian dibaca dan dikonversi ke format Base64 menggunakan pustaka base64. Hasil dari fungsi ini berupa teks yang aman dikirim sebagai bagian dari payload permintaan ke layanan seperti OpenAI API. Gambar 3.4 untuk melihat fungsi konversi gambar

```
def encode_image(image_path):
    with open(image_path, "rb") as image_file:
        return base64.b64encode(image_file.read()).decode("utf-8")
```

Gambar 3.4. Fungsi Encode Gambar

Setelah seluruh persiapan seperti pembuatan *prompt* dan konversi gambar ke format Base64 selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah membuat fungsi untuk mengirim permintaan ke API OpenAI. Pada tahap ini, sistem akan menggabungkan dua komponen penting, yaitu teks *prompt* dan gambar dalam format Base64, ke dalam satu pesan yang dikirimkan ke model GPT-4.o. Fungsi extracted_text berfungsi sebagai penghubung antara sistem dengan OpenAI, di mana fungsi tersebut memanggil fungsi extracted_prompt() untuk mengambil instruksi, serta encode_image() untuk mendapatkan representasi gambar dalam bentuk Base64. Keduanya kemudian dikirim sebagai bagian dari *messages* dalam format yang dimengerti oleh OpenAI API, dengan masing-masing tipe data text dan image_url. Model akan memproses kombinasi teks dan gambar tersebut lalu memberikan respon berdasarkan isi *prompt* yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari proses ini berupa teks ekstraksi bahan makanan yang kemudian dikembalikan oleh fungsi dan siap digunakan untuk proses klasifikasi selanjutnya. Lihat Gambar 3.5 untuk memanggil API.

```
def extracted_text(file_path):
    prompt = extracted_prompt()
    base64_image = encode_image(file_path)

    # Call the OpenAI API
    completion = openai.chat.completions.create(
        model="gpt-4o",
        messages=[
            {"role": "user",
                "content": [
                {
                    "type" : "text",
                    "text" : prompt,
                },
                {
                    "type": "image_url",
```

```
            "image_url": {"url": f"{base64_image}"},
                }
                ]
            }
        ]
    )
    extract_result = completion.choices[0].message.content
    return str(extract_result)
```

Gambar 3.5. Fungsi Ekstraksi Teks

Pada bagian akhir fungsi ekstraksi teks, variabel extract_result digunakan untuk menyimpan respon yang diberikan oleh OpenAI. Respon ini berisi hasil ekstraksi teks dari gambar yang diproses berdasarkan instruksi dalam *prompt*. Secara *default*, tipe data dari hasil ini dapat berupa NoneType, terutama jika tidak ada teks yang berhasil dikenali. Namun, karena proses selanjutnya yaitu klasifikasi bahan memerlukan hasil ekstraksi dalam bentuk string, maka perlu dilakukan konversi tipe data menggunakan str(). Hal ini penting karena API OpenAI untuk klasifikasi tidak dapat memproses data bertipe NoneType. Dengan demikian, konversi ke string menjadi langkah krusial untuk menjaga kelancaran alur data antar proses dan memastikan sistem dapat berfungsi secara otomatis.

3.3.3 Klasifikasi Bahan

Setelah proses ekstraksi teks berhasil dilakukan, sistem melanjutkan ke tahap klasifikasi bahan makanan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengelompokkan setiap bahan ke dalam tiga kategori berdasarkan hukum makanan dalam Islam, yaitu halal, haram, atau doubtful. Untuk menjalankan proses ini, digunakan fungsi classification_prompt() yang secara khusus dirancang untuk memberikan instruksi jelas kepada model agar menghasilkan klasifikasi yang konsisten, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan. Lihat fungsi ini pada gambar Gambar 3.6.

```
def classification_prompt(text):
    return f"""
    Classify the following ingredients based on Islamic dietary laws (Halal,
Haram, or Doubtful):

    Classification Rules:
    - Ensure consistent output formatting.
    - Classify each ingredient strictly based on Islamic dietary laws.
    - If uncertain, leave it blank and do not make assumptions.
    - Provide a confidence percentage (0-100) for each classification.
```

```
    - If the classification is "Doubtful," provide an explanation for why
the ingredient's status is unclear, such as ambiguity about the origin or
processing method.
   - Provide brief, clear explanations for each classification and confidence
percentage.
  - Classify ingredients only. Ignore other words like country, factory,
company, etc

        Output Format:
        {{
            "classifications": [
                {{
                    "ingredient": "<Ingredient>",
                    "prediction": "Halal/Haram/Doubtful",
                    "confidence": <Confidence Score>,
                    "explanation": "<Explanation>"
                }},
                ...
            ]
        }}

        Ingredient List:
        {text}
        """
```

Gambar 3.6. Prompt Klasifikasi Bahan

Dalam *prompt* tersebut, selain menentukan klasifikasi, model juga diminta memberikan tingkat kepercayaan (*confidence*) dalam bentuk persentase (%). *Confidence* ini berfungsi sebagai indikator seberapa yakin model terhadap klasifikasi yang diberikan. Semakin tinggi *confidence* (misalnya ≥80%), semakin kuat keyakinan bahwa klasifikasi tersebut akurat. Jika *confidence* rendah (misalnya <60%), sistem dianggap tidak memiliki cukup informasi dan hasilnya masuk kategori *doubtful*. Selain nilai *confidence,* pada kategori d*oubtful*, model juga diminta memberikan penjelasan singkat mengenai sumber keraguan, misalnya karena bahan tersebut bisa berasal dari hewani atau nabati, atau proses produksinya tidak jelas. Dengan menggunakan struktur output berbentuk JSON, hasil klasifikasi akan menampilkan nama bahan, prediksi klasifikasi, *confidence score*, serta penjelasan, sehingga sistem dapat dengan mudah menampilkannya ke pengguna dan menyimpan hasilnya secara terstruktur.

Agar hasil klasifikasi dari model OpenAI dapat diproses secara otomatis oleh sistem, diperlukan struktur data yang konsisten dan mudah dipahami, baik oleh manusia maupun mesin. Oleh karena itu, digunakan format output berbentuk JSON yang telah didefinisikan secara eksplisit melalui fungsi get_function_schema(). Struktur *schema* ini mempertegas *output format* yang diharapkan dari *prompt* klasifikasi dan memastikan bahwa model memberikan respon yang konsisten dan mudah diolah lebih lanjut oleh sistem backend maupun antarmuka pengguna. Dengan cara ini, sistem menjadi lebih stabil dan hasil klasifikasi dapat

langsung digunakan tanpa perlu parsing manual yang kompleks. Struktur *schema* bisa dilihat pada Gambar 3.7.

```
def get_function_schema():
    functions = [
        {
           "name": "classify_ingredients",
           "description": "Classify ingredients as Halal, Haram, or Doubtful
based on Islamic dietary laws.",
            "parameters": {
                "type": "object",
                "properties": {
                    "classifications": {
                        "type": "array",
                        "items": {
                            "type": "object",
                            "properties": {
                                "ingredient": {"type": "string"},
                                "prediction": {"type": "string"},
                                "confidence": {"type": "integer"},
                                "explanation": {"type": "string"}
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
    ]
    return functions
```

Gambar 3.7. Function Schema

Setelah seluruh persiapan dilakukan, termasuk pembuatan *prompt* klasifikasi dan skema output dalam format JSON, langkah selanjutnya adalah membuat fungsi inti yang memanggil API OpenAI untuk melakukan klasifikasi bahan makanan. Fungsi ini diberi nama generate_classification() dan merupakan komponen utama yang menghubungkan hasil ekstraksi teks dengan proses klasifikasi menggunakan kecerdasan buatan. Fungsi ini bisa dilihat pada Gambar 3.8.

```
def generate_classification(text):
    prompt = classification_prompt(text)
    functions = get_function_schema()

    # Call the OpenAI API
    completion = openai.chat.completions.create(
        model="gpt-4o",
        messages=[
                {"role": "system", "content": "You are a islamic dietary
classification assistant."},
            {"role": "user", "content": prompt}
```

```
        ],
        functions=functions,
        temperature=0.2
    )

    # Extract classification results
    try:
    classification_text=completion.choices[0].message.function_call.argumen
ts
        return json.loads(classification_text)
    except Exception as e:
        print(f"Error processing classification: {e}")
        return None
```

Gambar 3.8. Fungsi Klasifikasi Bahan

Fungsi ini menerima input berupa teks bahan makanan dari hasil ekstraksi text dari gambar, lalu memanggil classification_prompt(text) untuk membentuk *prompt* klasifikasi yang sesuai. Setelah itu, dipanggil juga get_function_schema() untuk mendefinisikan struktur hasil yang diinginkan agar model menghasilkan respons dalam format JSON yang dapat diproses secara langsung. Pemanggilan ke model dilakukan menggunakan openai.chat.completions.create() dengan model GOT-4o. Dalam proses ini, sistem terlebih dahulu mendefinisikan peran model sebagai asisten klasifikasi makanan halal melalui sistem pesan (*role*: "system"), kemudian mengirimkan *prompt* sebagai input dari pengguna (*role*: "user"). Parameter *temperature* disetel ke 0.2 untuk menghasilkan output yang lebih konsisten dan minim variasi, sesuai dengan kebutuhan klasifikasi. Hasil respon dari OpenAI akan berbentuk objek yang memiliki elemen function_call.arguments, yaitu isi JSON dari hasil klasifikasi. Nilai ini kemudian diubah (*deserialized*) menjadi *dictionary Python* menggunakan json.loads() untuk diproses lebih lanjut. Namun, untuk mengantisipasi jika terjadi kesalahan dalam *parsing* atau respon dari model, fungsi ini juga dilengkapi dengan blok try-except sebagai langkah penanganan error. Jika terjadi kegagalan dalam proses *parsing*, maka sistem akan mencetak pesan kesalahan dan mengembalikan None. Fungsi ini menjadi jembatan utama antara data hasil ekstraksi teks dengan proses klasifikasi menggunakan model, dan memastikan hasil klasifikasi dapat diproses serta ditampilkan dengan mudah kepada pengguna dalam antarmuka aplikasi.

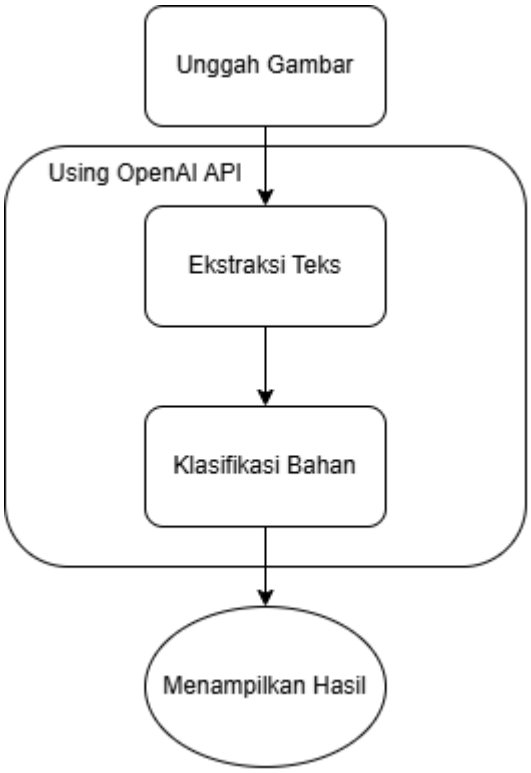
3.4 Desain Sistem dan Antarmuka

Tahap selanjutnya adalah mendesain sistem secara keseluruhan beserta antarmuka pengguna. Proses dimulai dengan menyusun alur kerja sistem dari awal hingga akhir, yaitu dari proses unggah gambar kemasan makanan, ekstraksi teks bahan makanan menggunakan

teknologi OCR, hingga klasifikasi bahan menggunakan model OpenAI. Setiap langkah dalam alur ini dirancang untuk berjalan secara otomatis dan efisien. Selain itu, desain antarmuka pengguna juga menjadi perhatian utama, dengan tujuan menciptakan tampilan yang sederhana, intuitif, dan mudah digunakan oleh berbagai kalangan pengguna. Elemen-elemen seperti tombol unggah, hasil klasifikasi, dan informasi tambahan disusun agar dapat diakses dengan mudah dan memberikan pengalaman pengguna yang baik.

3.4.1 Alur Sistem

Alur sistem berisi penjelasan mengenai cara kerja aplikasi sistem deteksi makanan halal. Lihat Gambar 3.9 sebagai gambaran.



Gambar 3.9. Alur Sistem

a. Unggah Gambar

   Pada tahap ini pengguna diminta untuk memilih gambar produk dari galeri atau hasil foto langsung dari kamera untuk diunggah ke dalam aplikasi. Gambar yang diunggah harus berisi informasi bahan atau komposisi dari suatu produk. Kemudian gambar tersebut digunakan sebagai input yang akan diproses oleh aplikasi pada tahap ekstraksi teks dan klasifikasi teks.

b. Ekstraksi Teks

Tahap ini bertujuan untuk mengekstraksi informasi berupa teks dari gambar menggunakan OpenAI API. Gambar yang diunggah akan dikirim ke OpenAI, kemudian teks di dalam gambar akan diambil berdasarkan aturan yang telah dibuat di dalam prompt. Selanjutnya, hasil dari ekstraksi ini siap untuk diklasifikasikan pada tahap berikutnya.

c. Klasifikasi Teks Bahan

Teks hasil ekstraksi yang berisi daftar bahan kemudian di proses lagi di tahap klasifikasi bahan. Tujuannya adalah menentukan status kehalalan untuk setiap teks bahan. Pada tahap ini bahan-bahan tersebut diklasifikasikan menjadi 3, yaitu halal, haram dan *doubtful.* Selain itu, untuk setiap bahan yang telah diklasifikasi, model akan memberikan alasan mengapa bahan tersebut diklasifikan seperti itu berdasarkan hukum islam. Stuktur teks yang dihasilkan model ini dibuat berdasarkan *function schema*. Setelah semua proses selesai, hasil klasifikasi siap untuk ditampilkan kepada pengguna.

d. Menampilkan Hasil Klasifikasi

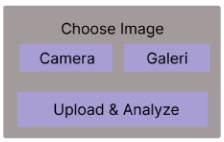
Hasil akhir ini bertujuan untuk memberikan informasi yang jelas kepada pengguna tentang status halal suatu produk. Setelah semua teks bahan di proses di tahap klasifikasi bahan, sistem akan menampilkan hasil ke antarmuka pengguna. Ada 2 hasil yang ditampilkan, yang pertama adalah status halal untuk produk yang diunggah dan juga daftar bahan dengan status halalnya beserta penjelasannya. Jika sistem mendeteksi adanya bahan haram di dalam produk, maka produk tersebut haram untuk dikonsumsi. Berlaku sebaliknya, jika tidak terdeteksi produk haram maka produk tersebut halal. Sedangkan hasil ke dua yang ditampilkan adalah status halal setiap bahan beserta penjelasannya.

3.4.2 Desain Antarmuka

Antarmuka aplikasi sistem deteksi makanan halal tahap perancangan. Desain Antarmuka yang telah dibuat dapat dilihat sebagai berikut.

a. Tampilan Awal

Gambar 3.10 menunjukkan desain antarmuka saat pengguna pertama kali membuka website. Di bawah tulisan *Choose Image*, terdapat dua tombol: tombol *Camera* untuk memotret gambar produk secara langsung, dan tombol *Gallery* untuk memilih foto dari galeri. Di bagian paling bawah, terdapat tombol *Upload & Analyze* untuk memulai proses ekstraksi dan klasifikasi bahan.



Gambar 3.10. Desain tampilan utama

b. Pratinjau Gambar

Gambar 3.11 menampilkan desain saat pengguna telah memilih gambar untuk dianalisis. Gambar yang dipilih akan ditampilkan pada bagian *Preview Image*. Jika gambar kurang sesuai atau tidak jelas, pengguna dapat menggantinya melalui tombol *Camera* atau *Gallery*. Setelah memastikan gambar sudah tepat, pengguna dapat menekan tombol *Upload & Analyze*.



Gambar 3.11. Desain pratinjau gambar

c. Hasil Klasifikasi

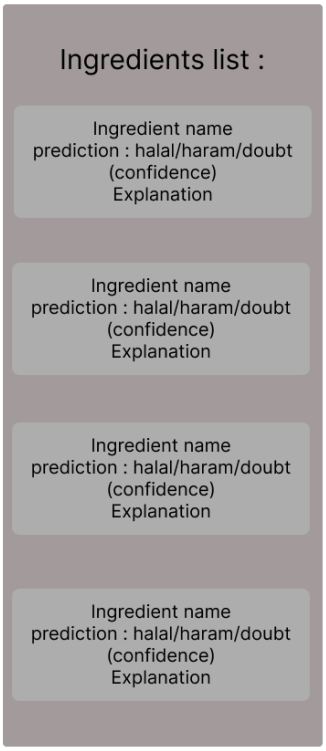
Gambar 3.12 menunjukkan desain antarmuka untuk daftar bahan yang berhasil diidentifikasi. Setiap bahan akan ditampilkan dengan empat bagian informasi: *Ingredient Name* untuk nama bahan, *Prediction* untuk status halal,haram, atau *doubtful*, *Confidence* untuk tingkat keyakinan model, dan *Explanation* untuk penjelasan terkait status bahan tersebut.



Gambar 3.12. Desain hasil klasifikasi

d. Daftar Bahan

Gambar 3.13 menunjukkan desain antarmuka untuk daftar bahan yang berhasil diidentifikasi dari produk. Untuk setiap makanan yang teridentifikasi, terdapat 4 bagian yang bisa dilihat, yaitu *ingredient name* untuk nama bahan, *prediction* untuk prediksi status halal, *confidence*, dan explanation untuk penjelasannya.



Gambar 3.13. Desain daftar bahan

3.5 Implementasi

Pada tahap ini, dilakukan implementasi sistem deteksi makanan halal berbasis website dengan mengintegrasikan OpenAI API, Flask sebagai backend, dan JavaScript pada sisi frontend. Flask berperan dalam menerima gambar dari pengguna, mengirim *prompt* ke OpenAI API untuk melakukan ekstraksi teks sekaligus menerjemahkan tek, serta memproses hasil klasifikasi bahan makanan menjadi kategori halal, haram, atau syubhat berdasarkan hukum Islam.

Di sisi frontend, JavaScript mengelola alur interaksi pengguna, mulai dari pemilihan gambar dari galeri hingga pengambilan gambar secara langsung menggunakan kamera perangkat. Setelah gambar dipilih, JavaScript akan menampilkan *preview* gambar dan mengirimkannya ke server untuk diproses. Hasil analisis kemudian ditampilkan secara dinamis kepada pengguna, dengan sistem penanda visual berbasis warna: hijau untuk halal, merah untuk haram, dan kuning untuk *doubtful*, guna mempermudah identifikasi status kehalalan produk.

Dalam implementasi website ini, desain antarmuka yang telah dirancang sebelumnya diimplementasikan ke dalam bentuk fungsional. Website akan mengikuti alur yang telah disusun pada tahap desain, mulai dari tampilan awal pemilihan gambar, pratinjau gambar,

proses analisis otomatis, hingga penyajian hasil klasifikasi dan daftar bahan lengkap dengan penjelasannya.

3.6 Evaluasi

Tahap terakhir dalam pengembangan sistem adalah evaluasi terhadap performa sistem yang telah dibangun. Evaluasi dilakukan dengan menguji sistem pada berbagai jenis produk makanan yang memiliki daftar bahan yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian ini, dilakukan analisis terhadap akurasi sistem dalam mengklasifikasikan bahan makanan sesuai dengan kategori kehalalan yang telah ditentukan. Hasil dari tahap evaluasi memberikan gambaran mengenai kekuatan dan kelemahan sistem serta menjadi dasar untuk pengembangan dan perbaikan lebih lanjut agar sistem dapat digunakan secara optimal oleh pengguna akhir.

3.6.1 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan dengan pendekatan *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa seluruh fitur utama aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa memeriksa kode atau struktur internal sistem. Proses pengujian melibatkan pemberian input pada aplikasi dan memeriksa apakah hasil yang diberikan sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa fitur yang diuji termasuk unggah gambar, ekstraksi teks dari gambar, klasifikasi kehalalan bahan makanan, dan tampilan hasil akhir.

3.6.2 Pengujian pada Pengguna

Pengujian kepada pengguna dilakukan menggunakan *System Usability Scale* (SUS), yang merupakan instrumen standar untuk mengukur sejauh mana pengguna merasa aplikasi mudah digunakan dan apakah aplikasi memenuhi harapan mereka dalam hal efisiensi dan kepuasan. SUS terdiri dari 10 pertanyaan yang diisi oleh responden, dengan skala penilaian 1 hingga 5 (Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju). Pengujian SUS dilakukan kepada 17 responden, untuk mendapatkan gambaran umum mengenai persepsi pengguna terhadap aplikasi. Setelah pengujian selesai, hasil skor dihitung dan dianalisis, yang memberikan gambaran tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi. Lihat Tabel 3.2 untuk pertanyaan positif dan Tabel 3.3 untuk pertanyaan negatif.

Tabel 3.2. Pertanyaan Positif

Nomor	Pertanyaan positif

1	Saya merasa ingin sering menggunakan aplikasi ini untuk memverifikasi kehalalan bahan makanan
3	Saya merasa fitur-fitur yang tersedia di aplikasi ini sudah sesuai kebutuhan saya.
5	Saya merasa aplikasi ini sangat praktis dan efisien untuk mengecek kehalalan bahan makanan.
7	Saya merasa terbantu dengan adanya terjemahan.
9	Saya merasa aplikasi ini nyaman dan enak digunakan secara keseluruhan.

Tabel 3.3. Pertanyaan Negatif

Nomor	Pertanyaan negatif
2	Saya merasa tampilan aplikasi ini membingungkan.
4	Saya merasa terlalu lama menunggu hasilnya keluar.
6	Saya merasa status halal yang diberikan tidak tepat.
8	Saya merasa kesulitan memahami hasil klasifikasi bahan makanan.
10	Saya merasa perlu bantuan orang lain untuk menggunakan aplikasi ini.

3.6.3 Pengujian pada Produk

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dalam mengklasifikasikan produk ke dalam tiga kelas, yaitu halal, haram, dan *doubtful*. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* sebagai struktur dasar. Baris pada matriks mewakili kelas sebenarnya (*actual class*), sedangkan kolom mewakili hasil prediksi sistem (*predicted class*). Struktur dasar matriks tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Struktur dasar *confusion matrix*

	Predicted class	*Predicted class*
Actual class	*True Positive* (TP)	*False Positive* (FP)
Actual class	*False Negative* (FN)	*True Negative* (TN)

Keterangan:

a. *True Positive* (TP): Data positif yang diprediksi benar.
b. *False Positive* (FP): Data positif yang diprediksi negatif.
c. *False Negative* (FN): Data negatif yang diprediksi positif.
d. *True Negative* (TN): Data negatif yang diprediksi negatif.

Dari matrik tersebut, kemudian diturunkan ke dalam tiga metrik utama yaitu *precision*, *recall*, dan *F1-score. Precision* merupakan tingkat ketepatan model dalam memprediksi kelas tertentu (berapa banyak prediksi positif yang benar). *Precision* tinggi menunjukkan bahwa prediksi kelas tersebut jarang salah mengenai data dari kelas lain. Persamaan (3.1) menghitung *precision.*

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{3.1}$$

Recall adalah tolak ukur seberapa baik model dalam mendeteksi semua label benar dari kelas tertentu. *Recall* tinggi berarti sistem mampu mengenali hampir semua data aktual dari kelas tersebut. Persamaan (3.2) menghitung *recall.*

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{3.2}$$

F1-score metrik yang menggabungkan precision dan recall. F1-score sangat berguna ketika kita menghadapi ketidakseimbangan kelas dalam dataset. Nilai F1-score adalah rata-rata harmonis antara precision dan recall. Persamaan menghitung (3.3) menghitung *F1-score.*

$$F1\text{-}Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \tag{3.3}$$

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Setelah seluruh proses backend selesai dipersiapkan, langkah berikutnya adalah melakukan integrasi antara framework Flask dan layanan OpenAI API. Tujuan dari integrasi ini adalah untuk membuat sistem berjalan secara otomatis mulai dari unggahan gambar oleh pengguna hingga keluaran akhir berupa klasifikasi bahan makanan berdasarkan hukum Islam.

4.1.1 Integrasi Flask Dan OpenAI

Import yang digunakan dalam aplikasi ini mencakup beberapa elemen penting dari framework Flask dan modul eksternal untuk mendukung fungsionalitas backend. Dari modul Flask, kita mengimpor Flask untuk membuat aplikasi web, render_template untuk render halaman HTML, request untuk mengakses data yang dikirimkan oleh pengguna (seperti file gambar), jsonify untuk mengubah data Python menjadi format JSON sebagai respon, dan send_from_directory untuk mengirim file statis dari server ke pengguna. Modul response2 mengimpor dua fungsi utama, yaitu extracted_text dan generate_classification. Fungsi extracted_text untuk mengekstrak teks dari gambar, dan fungsi generate_classification untuk mengklasifikasikan teks. Gambar 4.1 untuk melihat kode.

```
from flask import Flask, render_template, request, jsonify,
send_from_directory
from response2 import extracted_text, generate_classification
import os
```

Gambar 4.1. Import modul

Selanjutnya, endpoint utama pada aplikasi berada di URL '/' yang akan langsung mengarahkan pengguna ke tampilan awal website. Kode implementasi endpoint lihat Gambar 4.2.

```
@app.route('/')
def index():
    return render_template('index.html')
```

Gambar 4.2. Endpoint utama

Endpoint untuk menjalankan sistem berada pada rute '/upload' dengan metode POST. Endpoint ini bertugas untuk menerima gambar yang diunggah pengguna, menyimpannya, lalu menjalankan dua proses inti secara berurutan:

a. Ekstraksi Teks dari Gambar

   Fungsi extracted_text(file_path) dipanggil terlebih dahulu. Fungsi ini bertanggung jawab mengambil teks dari gambar menggunakan OpenAI API. Gambar dikonversi ke format Base64 terlebih dahulu dan dipadukan dengan prompt khusus sebelum dikirim ke OpenAI. Hasil dari fungsi ini berupa teks bahan makanan yang diekstrak dari label kemasan.

b. Klasifikasi Teks Bahan Makanan.

   Setelah teks berhasil diekstraksi, hasilnya diteruskan ke fungsi selanjutnya yaitu generate_classification(). Fungsi ini mengirimkan *prompt* klasifikasi ke OpenAI untuk menilai status halal, haram, atau diragukan (*doubtful*) dari setiap bahan berdasarkan hukum Islam. Hasil yang diperoleh berupa JSON terstruktur yang memuat nama bahan, prediksi klasifikasi, tingkat keyakinan (*confidence*), serta penjelasan singkat.

   Kode lengkap dari endpoint ini ditampilkan Gambar 4.3 berikut.

```
@app.route('/upload', methods=['POST'])
def upload_file():
    if 'file' not in request.files:
        return jsonify({"error": "No file part"}), 400

    file = request.files['file']
    if file.filename == '':
        return jsonify({"error": "No selected file"}), 400

    file_path = os.path.join(app.config['UPLOAD_FOLDER'], file.filename)
    file.save(file_path)

    # Extract text from the image
    extracted_text_task = extracted_text(file_path)
    # classify the extracted text
    classify_text = generate_classification(extracted_text_task)

   return jsonify({"url": f"/uploads/{file.filename}", "json":
classify_text})
```

Gambar 4.3. Endpoint upload

Penting untuk diperhatikan bahwa fungsi ekstraksi teks harus dipanggil terlebih dahulu sebelum fungsi klasifikasi. Hal ini dikarenakan masing-masing fungsi memiliki *prompt* yang berbeda dan bergantung pada jenis input yang diberikan. Fungsi ekstraksi membutuhkan input

berupa gambar, sedangkan klasifikasi memerlukan input berupa teks hasil ekstraksi. Dengan arsitektur ini, aplikasi dapat menangani seluruh proses deteksi bahan makanan secara otomatis, efisien, dan sesuai dengan prinsip-prinsip hukum makanan halal.

4.1.2 Integrasi dengan JavaScript

Pada tahap ini, dilakukan integrasi antara antarmuka pengguna dengan fungsionalitas kamera menggunakan JavaScript. Integrasi ini memungkinkan pengguna untuk langsung mengambil gambar melalui perangkat mereka, khususnya pada perangkat mobile, sehingga proses unggah gambar menjadi lebih praktis dan efisien. Kode JavaScript yang digunakan mencakup deteksi perangkat mobile, pengambilan gambar, serta penyimpanan file gambar yang dipilih secara global untuk digunakan pada proses selanjutnya. Gambar 4.4 untuk melihat fungsi kamera.

```
// Store the selected file globally (only one file at a time)
window.selectedFile = null;

// Detect mobile device
const isMobileDevice = () =>
/Android|iPhone|iPad|iPod/i.test(navigator.userAgent);

// Function for mobile camera
function useMobileCamera() {
    console.log("Using Mobile Camer");
    cameraInput.click();
}

// Function for desktop camera
function useDesktopCamera() {
    console.log("Using Desktop Camera ");
    navigator.mediaDevices.getUserMedia({ video: { width: 400, height: 400
} })
        .then(stream => {
            capture.classList.remove("hidden");
            previewVideo.classList.remove("hidden");
            previewVideo.srcObject = stream;
        })
        .catch(error => console.error("Failed to access camera:", error));}

// Function to handle file selection (from any source)
function handleFileSelection(file) {
    if (!file) return;

    const reader = new FileReader();
    reader.onload = function (e) {
        previewImg.src = e.target.result;
        previewContainer.classList.remove("hidden");

        // Store the file globally
        window.selectedFile = file;
```

```
        console.log("Selected File:", window.selectedFile);
    };
    reader.readAsDataURL(file);
}

// Handle file upload from computer
selectFileBtn.addEventListener("click", () => {
    fileInput.click();
});

fileInput.addEventListener("change", (event) => {
    handleFileSelection(event.target.files[0]);
});

// Open camera based on device type
openCameraBtn.addEventListener("click", () => {
    if (isMobileDevice()) {
        useMobileCamera();
    } else {
        useDesktopCamera();
    }
});

// Capture image from mobile camera input
cameraInput.addEventListener("change", (event) => {
    handleFileSelection(event.target.files[0]);
});

// Capture image from desktop video stream
capture.addEventListener("click", () => {
    console.log("Capturing image...");
    const context = output.getContext("2d");
    output.width = 400;
    output.height = 400;

    context.drawImage(previewVideo, 0, 0, output.width, output.height);

    // Convert canvas image to Blob (file format)
    output.toBlob((blob) => {
        window.selectedFile = new File([blob], "captured_image.png", {
type: "image/png" });
        console.log("Captured File:", window.selectedFile);

        // Show preview
        previewImg.src = URL.createObjectURL(blob);
        previewContainer.classList.remove("hidden");
    }, "image/png");
});
```

Gambar 4.4. Fungsi kamera

Kode JavaScript di atas berfungsi untuk membuka kamera pada perangkat mobile maupun desktop dan menangani pemilihan file gambar. Fungsi isMobileDevice digunakan untuk mendeteksi jenis perangkat. Jika pengguna menggunakan perangkat mobile, maka fungsi useMobileCamera akan mengaktifkan input kamera bawaan. Sementara itu, untuk desktop,

useDesktopCamera akan mengakses kamera menggunakan API getUserMedia, menampilkan pratinjau langsung melalui elemen video. Gambar yang diambil atau dipilih akan diproses oleh fungsi handleFileSelection, yang menampilkan pratinjau dan menyimpan file secara global. Proses pengambilan gambar dari stream video desktop dilakukan dengan menggambar frame ke elemen canvas, lalu mengubahnya menjadi file gambar untuk diproses lebih lanjut.

Fungsi uploadFile berperan sebagai jembatan utama dalam proses pengiriman file gambar dari sisi pengguna ke server. Fungsi ini memiliki tiga peran utama dalam sistem, yaitu pengiriman file ke backend melalui endpoint "/upload", deteksi bahan makanan haram dari hasil klasifikasi, serta pemberian warna berdasarkan prediksi masing-masing bahan. Setiap peran ini secara eksplisit diimplementasikan pada bagian-bagian tertentu di dalam kode.

Pertama, fungsi melakukan pengiriman file ke endpoint "/upload" menggunakan fetch. Pada tahap ini, file yang telah dipilih pengguna dikemas dalam objek FormData dan dikirim secara asinkron dengan metode POST. Setelah respons diterima, data hasil klasifikasi dari backend akan diproses lebih lanjut untuk ditampilkan kepada pengguna.

```
const formData = new FormData();
formData.append("file", window.selectedFile);

    try {
        const response = await fetch("/upload", {
            method: "POST",
            body: formData
        });

        const result = await response.json();
        console.log("Upload Success:", result);
```

Gambar 4.5. Mengakses *endpoint upload* dengan *Fetch*

Fungsi utama kedua adalah menambahkan logika deteksi bahan makanan haram. Setelah data klasifikasi diterima, sistem akan memeriksa setiap hasil prediksi bahan makanan. Apabila ditemukan bahan dengan klasifikasi "Haram", sistem secara otomatis menandai bahwa produk tersebut tidak halal dan mencatat semua bahan haram yang terdeteksi. Untuk setiap bahan yang diprediksi sebagai "Haram", variabel isHalal diubah menjadi false dan nama bahan tersebut ditambahkan ke dalam array haramIngredients. Daftar bahan haram ini kemudian ditampilkan kepada pengguna jika produk dinyatakan tidak halal.

Fungsi ketiga adalah pemberian warna latar belakang berdasarkan hasil prediksi melaui fungsi colorClass. Setiap bahan makanan yang diklasifikasikan akan ditampilkan dalam sebuah elemen dengan warna yang berbeda: hijau untuk bahan halal, merah untuk bahan haram, dan

kuning untuk bahan yang diragukan kehalalannya. Pemberian warna ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam memahami hasil klasifikasi secara visual dengan cepat. Kode untuk pemberian warna bisa dilihat pada gambar Gambar 4.6.

```
let isHalal = true;
let haramIngredients = [];

if (result.json && result.json.classifications) {
     result.json.classifications.forEach(classification => {

    let colorClass = classification.prediction === "Halal" ? "bg-green-200" :
      classification.prediction === "Haram" ? "bg-red-200" :
        "bg-yellow-200"; // Doubtful

    classificationOutput.innerHTML += `
      <div class="p-4 border border-gray-300 rounded-lg ${colorClass} shadow-sm">
        <p class="font-semibold text-gray-800">Ingredient:
${classification.ingredient}</p>
        <p class="text-sm text-gray-600">Prediction: <span class="font-
bold">${classification.prediction}</span> (${classification.confidence}%)</p>
        <p class="text-sm text-gray-500">${classification.explanation}</p>
     </div>
                          `;

    if (classification.prediction === "Haram") {
         isHalal = false;
         haramIngredients.push(classification.ingredient);
         }
});
```

Gambar 4.6. Pemberian warna pada setiap bahan

Terakhir, menampilkan hasil prediksi status halal produk berdasarkan hasil klasifikasi bahan makanan. Setelah semua bahan diperiksa melalui logika pada fungsi ke dua, hasil keseluruhan ditentukan menggunakan kondisi if (isHalal). Jika tidak terdeteksi bahan haram, maka sistem akan menampilkan sebuah *container* berwarna hijau dengan tulisan "*this product is Halal*", menandakan produk tersebut halal. Sebaliknya, jika ditemukan bahan haram, maka *container* akan berwarna merah dan menampilakn tulisan "*This product is haram due to the following ingredients*" serta menampilkan daftar bahan yang terdeteksi haram pada produk tersebut. Setelah itu, baris hasil klasifikasi ditampilkan untuk menampilkan daftar bahan yang berhasil terdeteksi dengan melalui classificationOutput. Gambar 4.7 berikut untuk kode logika pemberian warna.

```
// Update overall prediction
if (isHalal) {
    overallPredictionDiv.classList.remove("bg-red-500");
    overallPredictionDiv.classList.add("bg-green-500");
    predictionText.textContent = "This product is Halal .";
    haramIngredientsList.innerHTML = "";
```

```
} else {
    overallPredictionDiv.classList.remove("bg-green-500");
    overallPredictionDiv.classList.add("bg-red-500");
    predictionText.textContent = "This product is Haram due to the
following ingredients:";
    haramIngredientsList.innerHTML = haramIngredients.map(ingredient =>
`<li>${ingredient}</li>`).join("");
}

// Show classification results
classificationOutput.parentElement.classList.remove("hidden");
```

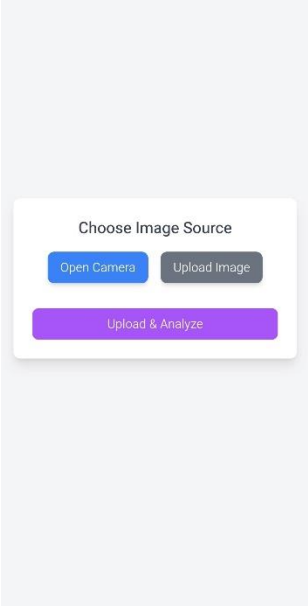
Gambar 4.7. *Logic* untuk memberikan warna

4.2 Hasil Implementasi Website

Berikut adalah hasil implementasi website yang telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan rancangan sebelumnya.

4.2.1 Tampilan Awal

Ini merupakan tampilan utama jika membuka *website* menggunakan *android*. Pada halaman utama website menampilkan antarmuka yang bersih dan fokus, dengan prioritas pada kemudahan penggunaan. Pengguna langsung diarahkan untuk mengakses fitur utama tanpa perlu melewati banyak navigasi tambahan. Tampilan utama website bisa dilihat pada Gambar 4.8.

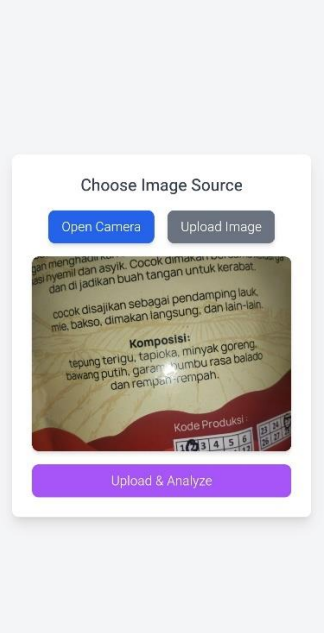


Gambar 4.8. Implementasi tampilan utama

Pada halaman ini, disediakan dua pilihan utama untuk mengunggah gambar bahan makanan yang ingin diperiksa. Pengguna dapat memilih gambar yang sudah ada di perangkat

melalui galeri, atau menggunakan kamera untuk mengambil foto secara langsung. Opsi ini memberikan fleksibilitas bagi pengguna dalam berbagai situasi, baik ketika mereka memiliki foto kemasan produk yang sudah tersimpan maupun saat mereka ingin langsung memotret daftar bahan makanan dari produk yang sedang mereka pegang.

Setelah gambar dipilih, aplikasi akan menampilkan tampilan yang lebih detail, memungkinkan pengguna untuk meninjau kembali gambar sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Tampilan ini juga dirancang agar pengguna dapat dengan mudah mengganti gambar jika diperlukan, memastikan bahwa gambar yang digunakan cukup jelas untuk diproses. Gambar 4.9 untuk melihat tampilan pratinjau gambar.

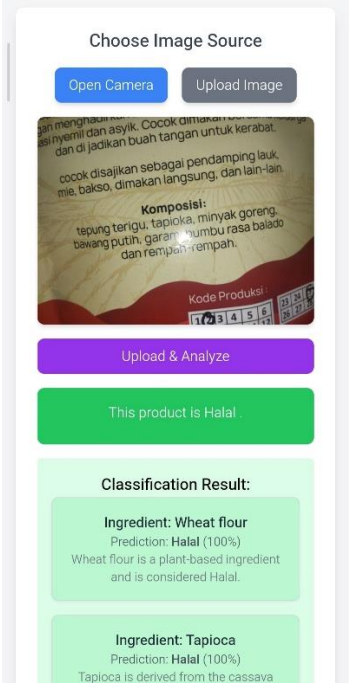


Gambar 4.9. Pratinjau gambar

Setelah gambar dipilih, pengguna dapat menekan tombol *Upload & Analyze*, yang secara otomatis akan memulai proses analisis bahan makanan. Tombol ini secara otomatis menjalankan seluruh proses backend, yakni mulai dari ekstraksi teks hingga tahap klasifikasi bahan. Seluruh rangkaian proses ini berjalan secara otomatis setelah satu kali klik, tanpa membutuhkan input tambahan dari pengguna. Hal ini tidak hanya mempercepat proses analisis, tetapi juga membuat pengalaman pengguna menjadi lebih sederhana dan efisien. Pengguna cukup menunggu dalam beberapa detik, dan sistem akan secara mandiri memproses gambar lalu menampilkan hasil klasifikasi di layar.

4.2.2 Ekstraksi Teks & Hasil Klasifikasi

Setelah mengunggah foto, melewati proses ekstraksi teks dan juga klasifikasi bahan, hasil klasifikasi akan keluar. Bagian ini akan memunculkan sebuah *container* yang menjadi pernyataan status halal produk. Jika tidak terdeteksi bahan haram, maka *container* tersebut akan berwarna hijau, menandakan produk tersebut halal. Sebaliknya, jika ditemukan bahan haram, maka *container* akan berwarna merah. Pada contoh gambar yang digunakan, sistem menunjukkan bahwa produk tersebut berstatus halal. Tampilan hasil disajikan dengan latar belakang berwarna hijau sebagai indikator visual yang kuat, mempertegas bahwa tidak ada bahan haram yang terdeteksi dalam produk tersebut. Sistem ini memastikan bahwa setiap hasil disajikan secara ringkas namun jelas, sehingga pengguna dapat segera memahami status kehalalan produk yang diperiksa tanpa perlu menelusuri detail secara manual. Hasil bisa dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Implentasi hasil klasifikasi bahan

4.2.3 Penejelasan Bahan

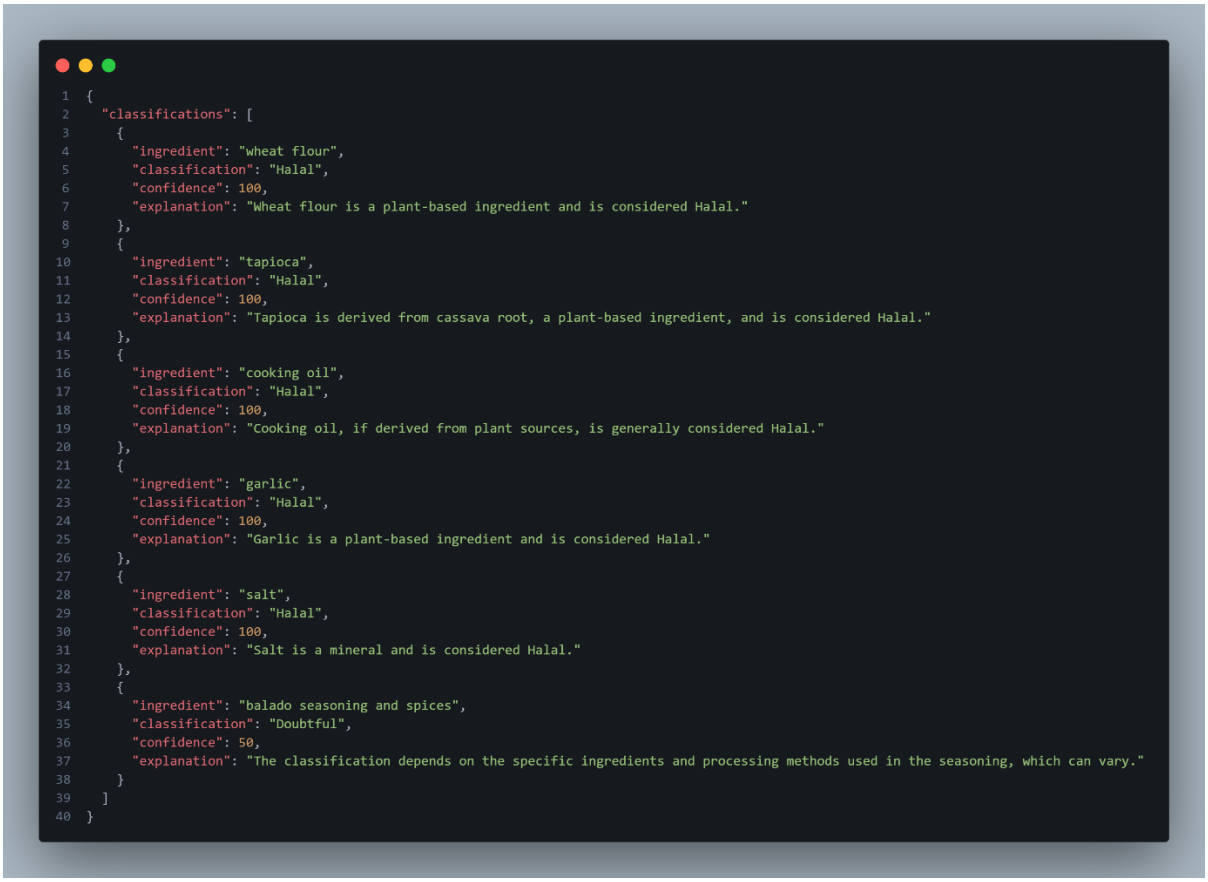
Selain menampilkan status keseluruhan produk, sistem juga menampilkan daftar lengkap bahan-bahan yang terdeteksi dari hasil ekstraksi teks. Daftar bahan ini dilengkapi dengan klasifikasi masing-masing, apakah halal, haram, atau *doubtful*, dengan dukungan visual berupa pewarnaan berbeda untuk setiap kategori: hijau untuk halal, merah untuk haram, dan kuning untuk doubtful. Hasil lebih lengkap bisa dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 hasil klasifikasi

Setiap bahan disertai dengan penjelasan singkat yang terstruktur rapi, berkat implementasi function schema yang mengatur hasil klasifikasi dengan format konsisten dan mudah dibaca. Jika terdapat bahan yang tergolong *doubtful*, sistem akan menandai bahan tersebut dengan warna kuning dan memberikan alasan mengapa bahan tersebut tidak dapat diklasifikasikan secara pasti, misalnya karena ketidakjelasan asal-usul bahan seperti pada *cooking oil.* Di belakang layar, setelah proses ekstraksi teks dan klasifikasi selesai, sistem menghasilkan output dalam bentuk struktur JSON. Output ini berisi daftar bahan yang berhasil dikenali, lengkap dengan status klasifikasinya, tingkat keyakinan, serta penjelasan singkat untuk masing-masing bahan. Informasi inilah yang kemudian diolah dan ditampilkan ke pengguna dalam bentuk daftar bahan yang rapi dan mudah dipahami. Melalui mekanisme ini, pengguna dapat langsung melihat hasil klasifikasi sekaligus memahami alasan di balik setiap

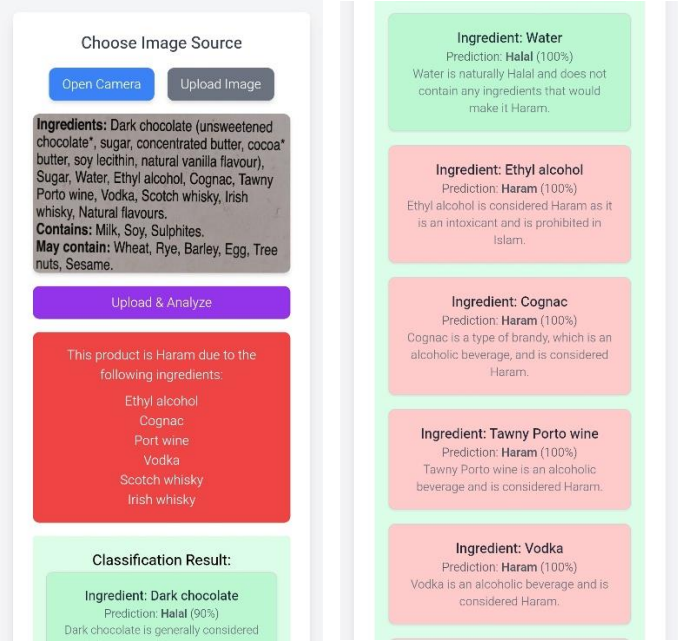
keputusan yang dibuat oleh sistem. Hasil *function schema* bisa dilihat pada Gambar 4.12 berikut.



```
{
  "classifications": [
    {
      "ingredient": "wheat flour",
      "classification": "Halal",
      "confidence": 100,
      "explanation": "Wheat flour is a plant-based ingredient and is considered Halal."
    },
    {
      "ingredient": "tapioca",
      "classification": "Halal",
      "confidence": 100,
      "explanation": "Tapioca is derived from cassava root, a plant-based ingredient, and is considered Halal."
    },
    {
      "ingredient": "cooking oil",
      "classification": "Halal",
      "confidence": 100,
      "explanation": "Cooking oil, if derived from plant sources, is generally considered Halal."
    },
    {
      "ingredient": "garlic",
      "classification": "Halal",
      "confidence": 100,
      "explanation": "Garlic is a plant-based ingredient and is considered Halal."
    },
    {
      "ingredient": "salt",
      "classification": "Halal",
      "confidence": 100,
      "explanation": "Salt is a mineral and is considered Halal."
    },
    {
      "ingredient": "balado seasoning and spices",
      "classification": "Doubtful",
      "confidence": 50,
      "explanation": "The classification depends on the specific ingredients and processing methods used in the seasoning, which can vary."
    }
  ]
}
```

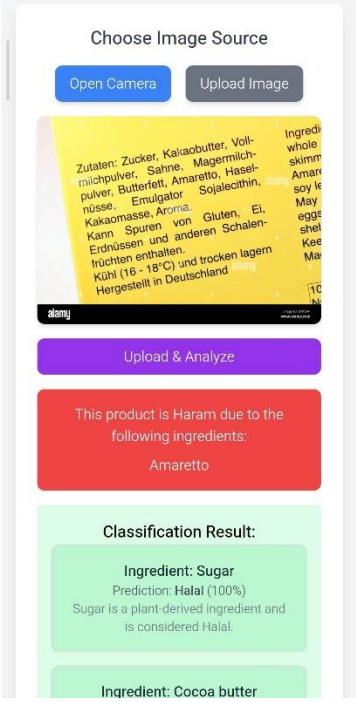

Gambar 4.12. Hasil *function schema* dalam format JSON

Apabila bahan haram terdeteksi, sistem akan menampilkan latar belakang berwarna merah dan secara otomatis mencantumkan daftar bahan-bahan yang menyebabkan produk menjadi haram. Penjelasan yang diberikan selalu merujuk pada prinsip hukum Islam. Sebagai contoh, bahan seperti *ethyl alcohol*, *cognac*, *tawny porto wine*, dan *vodka* diklasifikasikan sebagai haram karena tergolong minuman keras yang mengandung alkohol, yang dalam hukum Islam jelas dilarang untuk dikonsumsi. Dengan penyampaian hasil yang jelas dan alasan yang terstruktur, pengguna dapat memahami dengan cepat dan akurat alasan di balik status kehalalan suatu produk. Gambar 4.13 untuk melihat hasil klasifikasi pada produk haram.



Gambar 4.13. Hasil klasifikasi pada produk haram

Sebagai tambahan, aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur penerjemahan otomatis. Saat pengguna mengunggah foto dengan daftar bahan dalam berbagai bahasa, sistem akan langsung menerjemahkan teks tersebut ke dalam bahasa Inggris selama proses ekstraksi berlangsung. Fitur ini sudah diintegrasikan dalam prompt ekstraksi, sehingga model tidak hanya mengenali teks, tetapi juga secara otomatis menerjemahkannya. Dengan adanya penerjemahan ini, bahan makanan dari berbagai bahasa tetap bisa diklasifikasikan secara akurat tanpa perlu proses tambahan. Contoh hasil penerjemahan dari teks berbahasa Jerman ke bahasa Inggris dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Hasil terjemahan

4.3 Evaluasi

Bab ini membahas proses evaluasi sistem secara menyeluruh untuk memastikan fungsionalitas, kegunaan, dan keakuratan hasil sesuai dengan tujuan pengembangan.

4.3.1 Black Box Testing

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk memastikan seluruh fitur utama aplikasi dapat berjalan sesuai spesifikasi tanpa melihat struktur kode program. Fitur-fitur yang diuji meliputi membuka kamera bawaan perangkat, membuka galeri foto, menampilkan gambar yang dipilih ke antarmuka, mengunggah gambar ke sistem, melakukan ekstraksi teks dari gambar, mengklasifikasikan hasil ekstraksi ke dalam kategori halal, haram, dan doubtful, menampilkan hasil klasifikasi, serta menerjemahkan seluruh teks hasil ekstraksi ke dalam bahasa Inggris.

Tabel 4.1. Hasil pengujian *Black Box*

No.	Skenario Uji	Hasil Aktual	Status
1	Membuka kamera bawaan perangkat	Berhasil Membuka kamera perangkat	Lulus
2	Membuka galeri foto	Berhasil Membuka galeri foto	Lulus

3	Menampilkan gambar yang dipilih	Gambar berhasil ditampilkan ke antarmuka pengguna	Lulus
4	Unggah Gambar	Gambar berhasil diunggah dan diproses	Lulus
5	Ekstraksi teks dari gambar	Teks berhasil diekstraksi dari gambar	Lulus
6	Klasifikasi bahan hasil ekstraksi teks	Teks hasil ekstraksi berhasil diklasifikasi menjadi 3 kategori, yaitu halal, haram, *doubtful*	Lulus
7	Menampilkan hasil klasifikasi	Berhasil menampilkan hasil klasifikasi ke antarmuka pengguna	Lulus
8	Menterjemahkan semua teks ke dalam bahasa inggris	berhasil menerjemahkan semua teks menjadi bahasa inggis	Lulus

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua fitur yang diuji berhasil dijalankan dengan baik. Setiap skenario uji memberikan hasil aktual yang sesuai dengan yang diharapkan, dan seluruh fitur dinyatakan lulus tanpa ditemukan kendala atau error selama pengujian. Hal ini menandakan bahwa aplikasi telah berfungsi dengan optimal dan siap untuk diuji lebih lanjut ke tahap pengujian kepada pengguna.

4.3.2 Pengujian pada Pengguna

Pengujian sistem dilakukan terhadap 17 responden dengan latar belakang yang beragam. Rentang usia responden berada antara 20 hingga 58 tahun. Jumlah ini dianggap memadai untuk pengujian kegunaan sistem, menurut (Macefield, 2009), pengujian dengan 3 hingga 20 responden sudah cukup untuk mengidentifikasi sebagian besar permasalahan yang mungkin muncul. Adapun distribusi karakteristik responden ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Demografi pengguna

No.	Kategori	Subkategori	Jumlah (Orang)
1	Usia	20-30 Tahun	13
		45-58 Tahun	4

2	Pekerjaan	Mahasiswa	8
		ASN	2
		Ibu Rumah Tangga	2
		Lainnya	5
3	Jenis Kelamin	Laki-laki	13
		Perempuan	4

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah *System Usability Scale* (SUS), yang terdiri dari 10 pertanyaan dengan lima pilihan jawaban menggunakan skala Likert dari 1 hingga 5. Skor 1 menunjukkan sangat tidak setuju, sedangkan skor 5 menunjukkan sangat setuju. Metode SUS dipilih karena sederhana, cepat, dan telah terbukti efektif dalam mengevaluasi kualitas kegunaan suatu sistem dari sudut pandang pengguna. Tabel 4.3 menampilkan hasil pengujian SUS dari masing-masing responden.

Tabel 4.3. hasil pengujian SUS

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Responden 1	2	1	5	1	5	2	5	2	4	1
Responden 2	4	2	4	4	5	3	5	4	5	2
Responden 3	5	1	5	4	5	1	5	2	5	1
Responden 4	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
Responden 5	4	2	4	2	4	2	5	2	4	1
Responden 6	3	2	4	4	5	2	4	2	3	1
Responden 7	4	1	4	1	5	1	5	1	4	1
Responden 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Responden 9	4	1	4	2	5	1	5	1	5	1
Responden 10	4	1	4	4	5	1	5	3	5	1
Responden 11	5	2	5	4	5	2	5	1	5	1
Responden 12	5	2	3	1	5	2	5	1	4	1
Responden 13	3	2	5	1	5	1	5	1	5	2
Responden 14	4	1	5	4	5	2	5	2	5	1
Responden 15	5	3	5	4	5	1	4	1	4	1
Responden 16	4	2	5	1	5	1	5	2	4	1
Responden 17	4	2	4	1	4	1	4	2	3	2

Terkait kebutuhan bantuan orang lain dalam menggunakan aplikasi (Q10), 16 dari 17 responden (94%) menyatakan tidak memerlukan bantuan, menegaskan bahwa alur dan antarmuka sudah sangat intuitif sehingga pengguna dapat menjalankan proses verifikasi secara mandiri tanpa mengalami kebingungan. Selanjutnya mengenai efisiensi dan kepraktisan dalam pengecek kehalalan bahan makanan (Q5), 16 responden (94%) memberi skor tertinggi, yang menunjukkan bahwa mayoritas merasakan kemudahan dalam memverifikasi status halal pada produk. Pada aspek keakuratan status halal (Q6), 15 dari 17 responden (88%) menolak anggapan bahwa hasil klasifikasi tidak tepat, artinya aplikasi ini dinilai tepat dan dapat diandalkan dalam pengambilan keputusan sehari-hari. Terkait keterlambatan waktu menunggu hasil klasifikasi (Q4), 13 dari 17 responden merasakan bahwa proses masih tergolong lambat dan perlu percepatan.

Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa aplikasi telah mencapai tingkat usability yang tinggi dalam hal intuitivitas, efisiensi, dan keakuratan hasil. Pengguna dapat menavigasi sendiri, merasa prosesnya cepat, dan mempercayai output klasifikasi. Kendala utama terletak pada performa khususnya kecepatan respons yang menjadi area prioritas untuk optimasi selanjutnya. Selain itu, beberapa pengguna yang memberi nilai netral pada antusiasme (Q1) menjelaskan bahwa mereka merasa tidak begitu membutuhkan aplikasi ini karena sudah tinggal di Indonesia, di mana informasi kehalalan produk relatif lebih mudah diakses melalui label resmi dan regulasi lokal.

Sebelum memperoleh skor akhir, jawaban dari setiap responden terlebih dahulu harus melalui proses perhitungan sesuai dengan metode standar SUS. Untuk pertanyaan dengan nomor ganjil (1, 3, 5, 7, 9), nilai jawaban dikurangi 1. Sedangkan untuk pertanyaan dengan nomor genap (2, 4, 6, 8, 10), nilai yang diperoleh dikurangi dari angka 5. Hasil pengolahan ini akan menghasilkan skor dalam rentang 0 hingga 4. Selanjutnya, total skor dari semua pertanyaan yang telah dikonversi dijumlahkan, lalu dikalikan dengan angka 2.5 untuk mendapatkan skor akhir. Skor ini memiliki rentang antara 0 hingga 100, di mana skor minimal 68 dianggap sebagai ambang batas untuk menunjukkan *usability* yang baik. Hasil perhitungan skor SUS tiap respondedn bisa dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil hitung skor SUS

Responden	Skor SUS
Responden 1	85.0
Responden 2	70.0

Responden 3	90.0
Responden 4	97.5
Responden 5	80.0
Responden 6	70.0
Responden 7	92.5
Responden 8	42.4
Responden 9	92.5
Responden 10	82.5
Responden 11	87.5
Responden 12	87.5
Responden 13	90.0
Responden 14	85.0
Responden 15	82.5
Responden 16	90.0
Responden 17	77.5
Skor rata rata SUS	83.09

Dalam penelitian ini, sebanyak 17 responden telah memberikan penilaian terhadap sistem yang diuji. Skor SUS masing-masing responden bervariasi, dengan nilai tertinggi sebesar 97.5 dan nilai terendah sebesar 42.4. Setelah dilakukan perhitungan terhadap seluruh data, diperoleh skor rata-rata SUS sebesar 83.09. Berdasarkan hasil perhitungan skor SUS, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pengguna mampu menggunakan dan memanfaatkan aplikasi dengan baik. Hal ini dibuktikan dari skor rata-rata SUS sebesar 83.09 yang melebihi ambang batas 68, sehingga termasuk dalam kategori sangat baik.

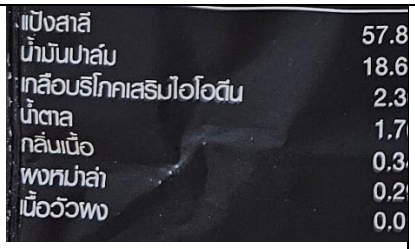
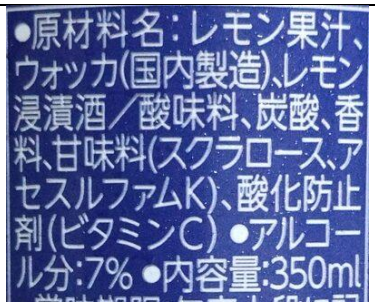
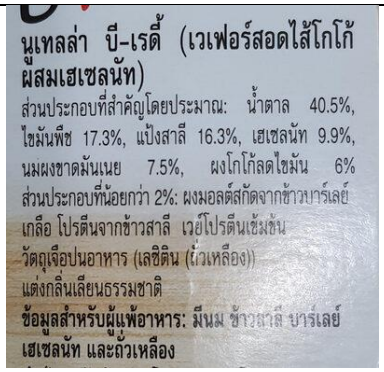
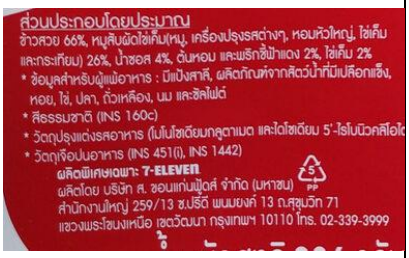
4.3.3 Pengujian pada Produk

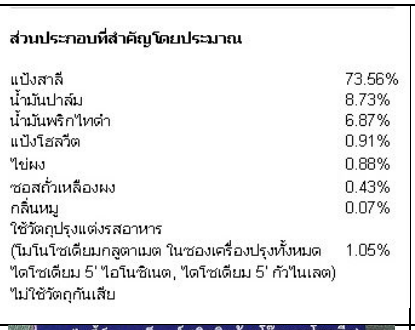
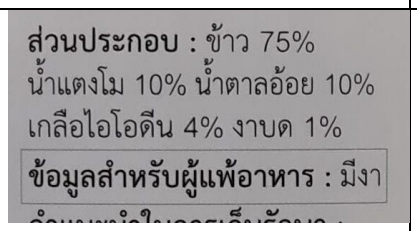
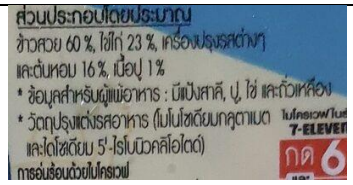
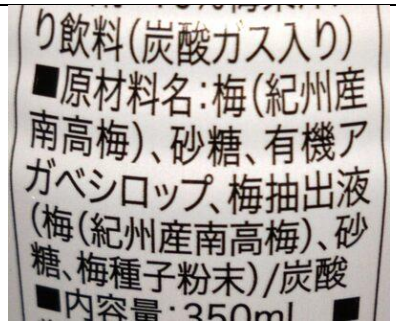
Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan status kehalalan bahan yang terdeteksi secara otomatis. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi dari sistem terhadap klasifikasi manual yang digunakan sebagai acuan kebenaran (*ground truth*). Data uji terdiri dari 30 produk yang berasal dari berbagai negara dengan bahasa asing, yang mencakup 15 produk berstatus halal dan 15 produk berstatus haram. Adapun pembagian produk berdasarkan negara asal adalah sebagai berikut: Indonesia (3 produk), Thailand (9 produk), Jepang (8 produk), Tiongkok (2 produk),

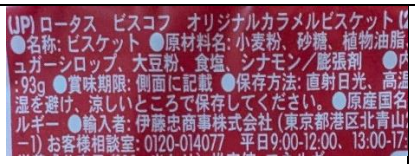
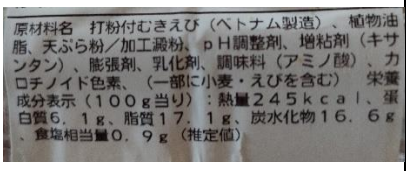
Prancis (2 produk), Bulgaria (2 produk), Jerman (1 produk), dan Spanyol (3 produk). Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

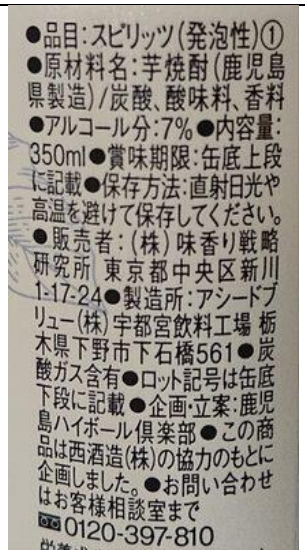
Tabel 4.5 Pengujian produk

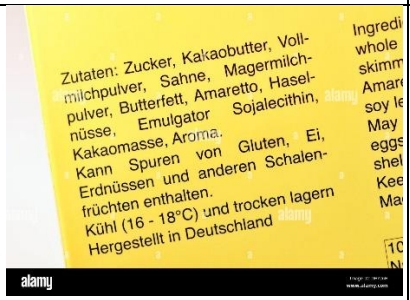
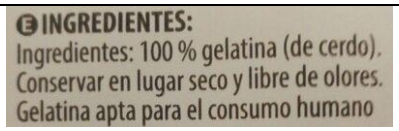
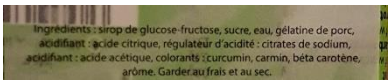
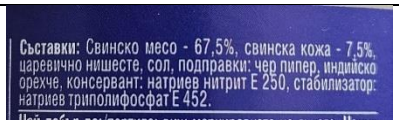
No	Gambar Produk	Teks terdeteksi	Hasil Sistem	Hasil Aktual
1		Extracted Text: Pork Water Corn starch Vegetable protein (contains soybean and wheat) Salt Carrageenan Sodium tripolyphosphate Spices Sodium D-isoascorbate MSG Sugar Sodium nitrite	Haram	Haram
2		Extracted Text: Squid eggs Chicken eggs Tapioca flour Salt Flavor enhancer	Halal	Halal
3		Extracted Text: Wheat flour Tapioca Cooking oil Garlic Salt Balado seasoning Spices	Halal	Halal

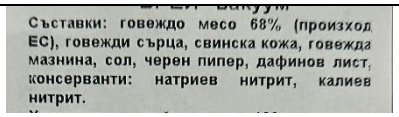
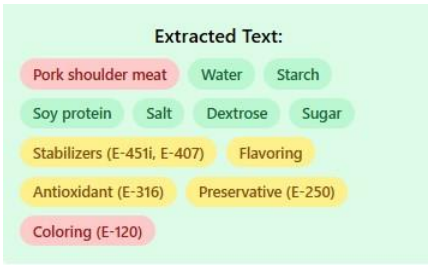
4		Extracted Text: Wheat flour, Palm oil, Iodized salt, Sugar, Meat flavor, Spices, Powdered herb	Halal	Halal
5		Extracted Text: Lemon juice, Vodka, Lemon liqueur, Acidulant, Carbon dioxide, Flavoring, Sweetener (sucralose, acesulfame K), Antioxidant (vitamin C)	Haram	Haram
6		Extracted Text: Water, Palm oil, Starch, Soy protein, Skimmed milk, Cocoa powder	Halal	Halal
7		Extracted Text: Rice, Pork, Soy sauce, Seasoning, Garlic, Pepper, Salted egg yolk, Vegetable oil, Sugar, Onion, Chili, Sesame oil	Haram	Haram
8		Extracted Text: Wheat flour, Pork, Seasoning, Barbecue sauce, Monosodium glutamate, Disodium 5'-inosinate, Disodium 5'-guanylate, INS 170, INS 260, INS 262(i), INS 300, INS 306, INS 316, INS 330, INS 335, INS 415, INS 450(i), INS 471, INS 472e, INS 481(i), INS 535, INS 551, INS 575, INS 640, INS 1442, INS 1520, INS 211, INS 282, INS 150a, Tapioca flour, Artificial food coloring, Yellow no. 5	Haram	Haram

9		Extracted Text: Wheat flour Palm oil Black pepper Corn starch Eggs Orange food color Pork flavor Food flavor enhancer	Haram	Haram
10		Extracted Text: Oats Wheat flour Palm oil Sugar Salt	Halal	Halal
11		Extracted Text: Rice Watermelon juice Cane sugar Iodized salt Sesame Rice	Halal	Halal
12		Extracted Text: Rice Chicken Various seasonings Vegetables Oil	Halal	Halal
13		Extracted Text: Sugar Whole Milk Powder Cocoa Butter Milk Caramelized Hazelnuts Emulsifier (INS322i) Natural Flavoring	Halal	Halal
14		Extracted Text: Ume (Nanko Ume) Sugar Organic Agave Syrup Ume Extract Carbonic Acid	Halal	Halal

15		**Extracted Text:** Wheat flour, sugar, vegetable oil, sugar syrup, soy flour, salt, cinnamon, leavening agent	Halal	Halal
16		**Extracted Text:** Eggs, Wheat flour, Sugar, Syrup, Condensed milk, Glucose syrup, Vegetable oil, Milk, Cream, Baking powder, Fermented seasoning, Refined sake, Vegetable oil/fat, Starch syrup, Trehalose, Softener, Emulsifier, Leavening agent, Chlorine dioxide, Alcohol, Flavoring	Haram	Haram
17		**Extracted Text:** Rice, Rice Koji, Alcohol	Haram	Haram
18		**Extracted Text:** Coated peeled shrimp, Vegetable oil, Tempura flour, Processed starch, PH adjuster, Thickener (xanthan), Leavening agents, Emulsifier, Seasonings (amino acids), Carotenoid coloring, Contains wheat and shrimp	Halal	Halal

19		**Extracted Text:** Rock sugar, Goji berries, Orange peel, Rose, Chrysanthemum	Halal	Halal
20		**Extracted Text:** Raw milk	Halal	Halal
21	PICOS DE CREMA DE FRESA EXTRA Ingredientes: fresa, azúcar, jarabe de glucosa y fructosa, espesantes: pectina y E-410, acidulante: ácido cítrico, conservadores: E-211 y E-202, ácido ascórbico (vitamina C). Elaborado con 50g de fruta por 100g / Contenido en azúcares 64g por 100	**Extracted Text:** Strawberry, Sugar, Glucose and fructose syrup, Thickeners: pectin and E-410, Acidulant: citric acid, Preservatives: E-211 and E-202, Ascorbic acid (vitamin C)	Halal	Halal
22		**Extracted Text:** Sweet potato shochu, Carbonation, Acidulants, Flavoring, Alcohol: 7%	Haram	Haram

23		**Extracted Text:** Shochu, green tea, vitamin C	Haram	Haram
24		**Extracted Text:** Water, Sugar, Concentrated fruit juice (grape, apple, lemon), Flavorings, Acidulant (E330), Preservatives (E202, E211)	Halal	Halal
25		**Extracted Text:** Sugar, Cocoa butter, Whole milk powder, Cream, Skimmed milk powder, Butterfat, Amaretto, Hazelnuts, Emulsifier soy lecithin, Cocoa mass, Flavoring	Haram	Haram
26		**Extracted Text:** 100% gelatin (pork)	Haram	Haram
27		**Extracted Text:** Glucose-fructose syrup, Sugar, Water, Pork gelatin, Citric acid, Sodium citrates, Acetic acid, Colorants: curcumin, Colorants: carmine, Colorants: beta carotene, Flavor	Haram	Haram
28		**Extracted Text:** Pork meat, Pork skin, Corn starch, Salt, Black pepper, Nutmeg, Sodium nitrite E 250, Sodium tripolyphosphate E 452	Haram	Haram

29			Haram	Haram
30			Haram	Haram

Dari hasil pengujian terhadap 30 produk, sistem berhasil mengklasifikasikan seluruh produk dengan benar sesuai dengan status kehalalannya. Sistem berhasil mendeteksi bahan haram seperti *pork* dari berbagai bahasa seperti, bahasa Thailand, Indonesia, Spanyol dan Bulgaria. Selain itu, sistem juga konsisten mengkategorikan bahan bahan halal seperti *water*, *salt*, dan *sugar*. Pengujian kemudian dilanjutkan pada tingkat bahan untuk menilai tingkat akurasi sistem dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan setiap komponen yang terdapat dalam produk. Hasil perbandingan antara klasifikasi bahan oleh sistem dan klasifikasi manual disajikan pada berikut.

Tabel 4.6 Perbandingan hasil sistem dengan hasil manual

Produk	Nama Bahan	Hasil AI (*Confidence* %)	Hasil Manual
Produk 1	*Pork*	Haram (100%)	Haram
	Water	Halal (100%)	Halal
	Corn Starch	Halal (100%)	Halal
	Soybean and wheat	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
	Carrageean	Halal (100%)	Halal
	Sodium tripolyphosphate	Halal (100%)	Halal
	Spices	Halal (100%)	*Doubtful*

	Sodium D-isoascorbate	Halal (100%)	Halal
	MSG	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Sodium nitrite	*Doubtful* (50%)	Halal
Produk 2	*Squid eggs*	Halal (100%)	Halal
	Chicken eggs	Halal (100%)	Halal
	Tapioca flour	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
	Flavor Enhancer	*Doubtful* (60%)	*Doubtful*
Produk 3	*Wheat flour*	Halal (100%)	Halal
	Tapioca	Halal (100%)	Halal
	Cooking oil	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Garlic	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
	Balado seasoning	*Doubtful* (40%)	*Doubtful*
	Spices	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
Produk 4	*Wheat flour*	Halal (100%)	Halal
	Palm oil	Halal (100%)	Halal
	Iodized salt	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Meat flavor	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Spices	Halal (90%)	*Doubtful*
	Powdered herb	Halal (90%)	Halal
Produk 5	*Lemon juice*	Halal (100%)	Halal
	Vodka	Haram (100%)	Haram
	Lemon liqueur	Haram (100%)	Haram
	Acidulant	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Carbon dioxide	Halal (100%)	Halal
	Flavoring	*Doubtful* (50%)	Doubtful
	Sucralose	Halal (90%)	Halal
	Acesulfame K	Halal (90%)	*Doubtful*
	Antioxidant (Vitamin C)	Halal (100%)	Halal
Produk 6	*Water*	Halal (100%)	Halal
	Palm Oil	Halal (100%)	Halal
	Starch	Halal (100%)	Halal

	Soy protein	Halal (100%)	Halal
	Skimmed milk	Halal (100%)	Halal
	Cocoa powder	Halal (100%)	Halal
Produk 7	*Rice*	Halal (100%)	Halal
	Pork	Haram (100%)	Haram
	Garlic	Halal (100%)	Halal
	Seasoning	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Salted egg yolk	*Doubtful* (50%)	Halal
	Pepper	Halal (100%)	Halal
	Vegetable oil	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Soy sauce	*Doubtful* (70%)	Halal
	Onion	Halal (100%)	Halal
	Chili	Halal (100%)	Halal
	Sesame oil	Halal (100%)	Halal
	Garlic	Halal (100%)	Halal
Produk 8	*Wheat flour*	Halal (100%)	Halal
	Pork	Haram (100%)	Haram
	Seasoning	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Berbecue sauce	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Monosodium glutamate	Halal (90%)	Halal
	E631 (*Disodium 5'-inosinate*)	*Doubtful* (60%)	*Doubtful*
	E627 (*Disodium 5'-guanylate*)	*Doubtful* (60%)	*Doubtful*
	INS 170 (*Calcium carbonate*)	Halal (90%)	Halal
	INS 260 (*Acetic acid*)	Halal (90%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
Produk 9	*Wheat flour*	Halal (100%)	Halal
	Palm oil	Halal (100%)	Halal
	Black pepper	Halal (100%)	Halal
	Corn starch	Halal (100%)	Halal
	Eggs	Halal (100%)	Halal
	Orange food colour	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Pork flavor	Haram (100%)	Haram
	Food flavor enhancer	*Doubtful* (40%)	*Doubtful*
Produk 10	*Oats*	Halal (100%)	Halal

	Wheat flour	Halal (100%)	Halal
	Palm oil	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
Produk 11	*Rice*	Halal (100%)	Halal
	Watermelon juice	Halal (100%)	Halal
	Cane sugar	Halal (100%)	Halal
	Iodized salt	Halal (100%)	Halal
	Sesame	Halal (100%)	Halal
Produk 12	*Rice*	Halal (100%)	Halal
	Chicken	Halal (100%)	Halal
	Various seasonings	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Vegetables	Halal (100%)	Halal
	Oil	*Doubtful* (60%)	*Doubtful*
Produk 13	*Sugar*	Halal (100%)	Halal
	Whole milk powder	Halal (100%)	Halal
	Cocoa butter	Halal (100%)	Halal
	Milk	Halal (100%)	Halal
	Caramelized hazelnuts	Halal (100%)	Halal
	Egg white	Halal (100%)	Halal
	INS 322i (*Lecithin*)	*Doubtful* (50%)	Halal
	Natural flavoring	*Doubtful* (50%)	Halal
Produk 14	*Ume / Plum*	Halal (95%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Organic Agave Syrup	Halal (95%)	Halal
	Ume extract	*Doubtful* (50%)	Halal
	Carbonic Acid	Halal (90%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
Produk 15	*Wheat flour*	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Vegetables oil	Halal (100%)	Halal
	Sugar syrup	Halal (100%)	Halal
	Soy flour	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
	Cinnamon	Halal (100%)	Halal

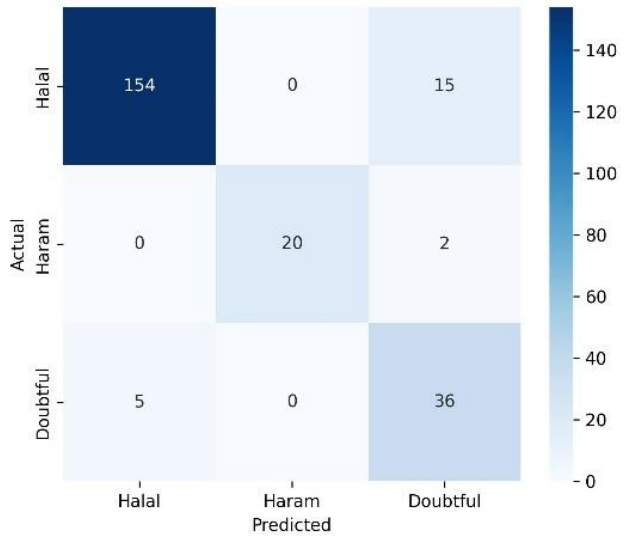
	Leavening agent	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
Produk 16	*Eggs*	Halal (95%)	Halal
	Wheat flour	Halal (95%)	Halal
	Sugar	Halal (95%)	Halal
	Glucose Syrup	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Condensed milk	Halal (90%)	Halal
	Vegetable oil	Halal (95%)	Halal
	Cream	Halal (95%)	Halal
	Baking Powder	Halal (90%)	Halal
	Fermented seasoning	*Doubtful* (50%)	Haram
	Refined sake	Haram (100%)	Haram
	Starch syrup	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Trehalose	Halal (90%)	Halal
	Softener	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Emulsifier	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Leavening agent	Halal (90%)	*Doubtful*
	Chlorine dioxide	Halal (90%)	Halal
	Alcohol	Haram (100%)	Haram
	Salt	Halal (95%)	Halal
Produk 17	*Rice*	Halal (100%)	Halal
	Rice Koji	Halal (95%)	Halal
	Alcohol	Haram (100%)	Haram
Produk 18	*Coated peeled shrimp*	Halal (100%)	Halal
	Vegetable oil	Halal (100%)	Halal
	Tempura flour	*Doubtful* (50%)	Halal
	Processed starch	*Doubtful* (40%)	Halal
	PH adjuster	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Thickener (Xanthan)	Halal (100%)	Halal
	Leavening agents	*Doubtful* (40%)	*Doubtful*
	Emulsifier	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Seasoning (Amino acids)	*Doubtful* (50%)	Halal
	Vegetable	Halal (100%)	Halal
	Carotenoid coloring	Halal (100%)	Halal
Produk 19	*Rock Sugar*	Halal (100%)	Halal

	Goji berries	Halal (100%)	Halal
	Orange peel	Halal (100%)	Halal
	Rose	Halal (100%)	Halal
	Chrysanthemum	Halal (100%)	Halal
Produk 20	*Raw milk*	Halal (100%)	Halal
Produk 21	*Strawberry*	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Glucose syrup	Halal (100%)	Halal
	Frauctore syrup	Halal (100%)	Halal
	Pectin	Halal (100%)	Halal
	E-410	Halal (100%)	Halal
	Citric acid	Halal (100%)	Halal
	E-211 (*Sodium Benzoate*)	*Doubtful* (50%)	Halal
	E-202 (*Potassium Sorbate*)	*Doubtful* (50%)	Halal
	Asorbic acid (vitamin C)	Halal (100%)	Halal
Produk 22	*Sweet potato shochu*	Haram (95%)	Haram
	Carbonation	Halal (100%)	Halal
	Acidulant	Halal (90%)	*Doubtful*
	Flavouring	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Alcohol 7%	Haram (100%)	Haram
Produk 23	*Shochu*	Haram (100%)	Haram
	Green Tea	Halal (100%)	Halal
	Vitamin C	Halal (100%)	Halal
Produk 24	*Water*	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Grape	Halal (100%)	Halal
	Apple	Halal (100%)	Halal
	Flavorings	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Lemon	Halal (100%)	Halal
	*Acidulant (*E330*)*	Halal (100%)	Halal
	E202	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	E211	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
Produk 25	*Sugar*	Halal (100%)	Halal
	Cocoa butter	Halal (100%)	Halal
	Whole milk powder	Halal (95%)	Halal

	Cream	Halal (95%)	Halal
	Skimmed milk powder	Halal (95%)	Halal
	butterfat	Halal (95%)	Halal
	Amaretto	Haram (100%)	Haram
	Hazelnuts	Halal (100%)	Halal
	Emulsifier soy lecithin	Halal (90%)	Halal
	Cocoa mass	Halal (100%)	Halal
	Flavoring	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
Produk 26	*Gelatin Pork*	Haram (100%)	Haram
Produk 27	*Glusoe-fructore syrup*	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	Water	Halal (100%)	Halal
	Pork Gelatin	Haram (100%)	Haram
	Citric acid	Halal (100%)	Halal
	Sodium citrates	Halal (100%)	Halal
	Acetic acid	Halal (100%)	Halal
	Curcumin	Halal (100%)	Halal
	Carmine E120	*Doubtful* (40%)	Haram
	Beta carotene	Halal (100%)	Halal
	Flavor	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
Produk 28	*Pork meat*	Haram (100%)	Haram
	Pork skin	Haram (100%)	Haram
	Corn starch	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
	Black pepper	Halal (100%)	Halal
	Nutmeg	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	E250 *Sodium nitrite*	*Doubtful* (50%)	Halal
	E452 *Sodium tripolyphosphate*	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
Produk 29	*Beef*	Halal (100%)	Halal
	Beef hearts	Halal (100%)	Halal
	Pork skin	Haram (100%)	Haram
	Beef fat	Halal (100%)	Halal
	Salt	Halal (100%)	Halal
	Black pepper	Halal (100%)	Halal
	Bay leaf	Halal (100%)	Halal

	Sodium nitrite	*Doubtful* (50%)	Halal
	Potassium nitrite	*Doubtful* (50%)	Halal
Produk 30	*Pork Shoulder meat*	Haram (100%)	Haram
	Water	Halal (100%)	Halal
	Starch	Halal (100%)	Halal
	Soy protein	Halal (90%)	Halal
	Dextrose	Halal (100%)	Halal
	Sugar	Halal (100%)	Halal
	E451i	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	E407	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Flavoring	*Doubtful* (50%)	*Doubtful*
	Antioxidant (E316)	*Doubtful* (50%)	Halal
	E250	*Doubtful* (50%)	Halal
	Colouring E120	Haram (100%)	Haram

Dari keseluruhan produk yang diuji, sistem berhasil mendeteksi total sebanyak 232 bahan. Berdasarkan hasil klasifikasi oleh sistem, sebanyak 159 bahan dikategorikan sebagai halal, 20 bahan sebagai haram, dan 53 bahan masuk dalam kategori *doubtful*. Adapun hasil klasifikasi manual menunjukkan sebanyak 169 bahan tergolong halal, 22 bahan haram, dan 41 bahan diklasifikasikan sebagai *doubtful*. Berdasarkan perbandingan antara hasil klasifikasi sistem dan pelabelan manual, terdapat beberapa ketidaksesuaian, seperti bahan *tempura flour*, *ume extract*, *monosodium glutamate* yang seharusnya dikategorikan sebagai halal, namun diprediksi sebagai *doubtful* oleh sistem. Untuk melihat distribusi kesalahan dan kinerja klasifikasi secara lebih detail, digunakan *confusion matrix* pada masing-masing kelas. Hasilnya bisa dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 *Confusion matrix*

Setelah melihat *confusion matrix*, terlihat bagaimana model mengklasifikasikan tiap kelas, termasuk kesalahan prediksi. Untuk analisis lebih detail, digunakan evaluasi dengan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Nilai-nilai ini dihitung dengan persamaan pada (4.1), (4.2), (4.3), (4.4).

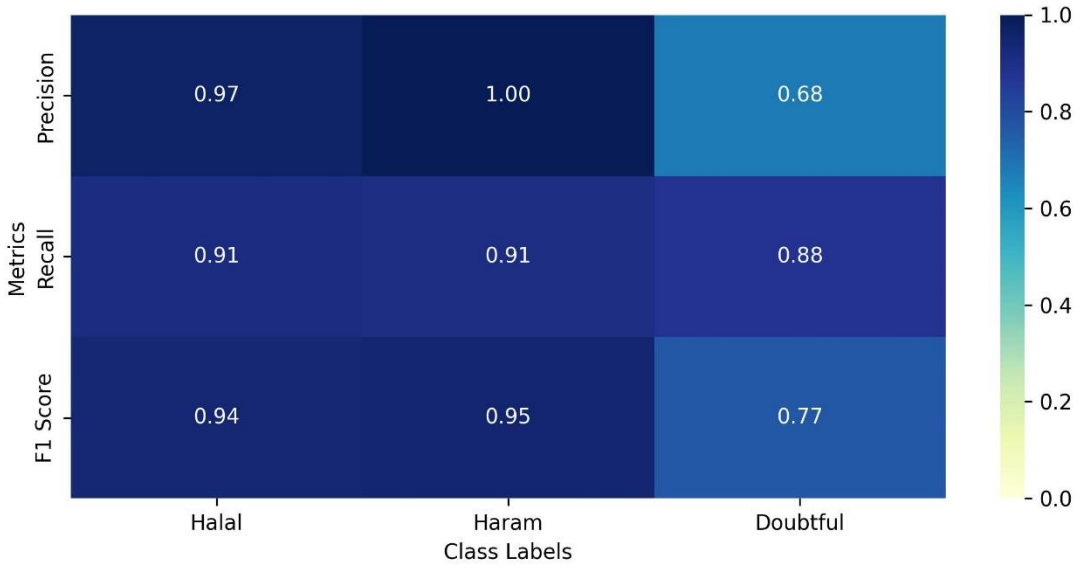
$$\text{Akurasi (\%)} = \left(\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}\right) \times 100\% \tag{4.1}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{4.2}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{4.3}$$

$$F1\text{-}Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \tag{4.4}$$

Setelah dilakukan perhitungan berdasarkan *confusion matrix*, diperoleh nilai *precision*, recall, dan f1-score untuk masing-masing kelas. Gambar 4.16 berikut menyajikan hasil evaluasi tersebut secara visual, sehingga dapat diketahui seberapa baik sistem dalam mengklasifikasikan tiap kategori bahan makanan.



Gambar 4.16 *Precision*, *recall*, *f1-score*

Berdasarkan *confusion matrix*, sistem menunjukkan kinerja klasifikasi yang sangat baik dengan akurasi mencapai 90.52%. *Precision*, *recall*, dan *f1-score* untuk kelas halal dan haram masing-masing berada di atas 90%, menandakan kemampuan model dalam menghindari kesalahan klasifikasi sangat baik. Pada kelas halal, *precision* sebesar 0.97 dan *recall* 0.91 menunjukkan sebagian besar bahan halal berhasil dikenali dengan tepat. Sementara itu, kelas haram menunjukkan performa terbaik, dengan *precision* sempurna (1.00), menandakan tidak ada bahan lain yang salah diklasifikasikan sebagai haram, serta *recall* 0.91 hampir seluruh bahan haram berhasil terdeteksi. Ada 2 bahan yang tidak berhasil diklasifikasikan dengan tepat, pertama yaitu *fermented seasoning*, yang oleh sistem diklasifikasikan sebagai *doubtful* karena asal bahannya yang tidak bisa dipastikan dan berpotensi mengandung bahan haram di dalamnya. Kedua *carmine*, perwarna yang bersumber dari serangga dan sebagian ulama besar melarang untuk mengonsumsi serangga. Adapun pada kelas *doubtful*, *precision* lebih rendah (0.68), mengindikasikan adanya prediksi yang salah. Kesalahan banyak terjadi pada bahan-bahan dengan asal-usul atau komposisi yang tidak jelas, seperti *leavening agent*, *spices*, dan *seasoning*. Walaupun begitu, *recall* dari kelas ini tetap tinggi yaitu di angka 0.86, menunjukkan sebagian besar bahan yang benar-benar meragukan berhasil dikenali. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang stabil dan andal dalam mengklasifikasikan status kehalalan bahan makanan. Yang menjadi perhatian utama adalah tidak ditemukannya kesalahan prediksi

antara kategori halal dan haram. Hal ini mencerminkan tingkat keakuratan yang tinggi pada kelas tersebut serta ketepatan sistem dalam menangani data yang sensitif.

Kemudian dilakukan evaluasi terhadap ambang batas (threshold) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performa model. Perbandingan akan dilakukan pada tiga skenario, yaitu tanpa *threshold*, *threshold* 50%, dan *threshold* 70%. Menurut Tonye (2021), *threshold* 50% dipilih karena masih memberikan peluang untuk menemukan jawaban yang dicari, sementara *threshold* 70% mencerminkan tingkat keyakinan yang lebih tinggi dan hasil yang lebih andal. Oleh karena itu, analisis ini membandingkan performa model pada ketiga threshold tersebut untuk menilai dampaknya terhadap precision, recall, dan F1-score di setiap kategori. Perbandingan antar *thresold* bisa dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perbandingan *threshold*

Metrik	Kelas	Tanpa *Threshold*	*Threshold* 50%	*Threshold* 70%
Precision	Halal	0.97	0.97	0.97
Precision	Haram	1.00	1.00	1.00
Precision	*Doubtful*	0.68	0.69	-
Recall	Halal	0.91	0.92	1.00
Recall	Haram	0.91	0.95	1.00
Recall	*Doubtful*	0.88	0.86	-
F1-Score	Halal	0.94	0.94	0.99
F1-Score	Haram	0.95	0.98	1.00
F1-Score	*Doubtful*	0.77	0.78	-

Pada kategori halal, *precision* tetap konsisten tinggi (0.97) di semua *threshold*. *Recall* meningkat dari 0.91 menjadi 1.00 dan *F1-score* naik dari 0.94 ke 0.99, menunjukkan bahwa model semakin optimal dalam mengklasifikasikan produk halal. Untuk kategori haram, *precision* selalu sempurna (1.00), *recall* meningkat dari 0.91 menjadi 1.00 dan *F1-score* mencapai nilai sempurna pada *threshold* 70%, mencerminkan prediksi yang sangat akurat dan menyeluruh. Sementara itu, kategori *doubtful* mengalami penurunan signifikan. *Precision* tetap rendah (0.69), *recall* turun dari 0.88 ke 0.86, dan pada *threshold* 70% hilang sepenuhnya, menandakan bahwa model tidak lagi mendeteksi ketidakpastian. Hal ini terjadi karena tidak ada data yang diklasifikasikan sebagai doubtful pada ambang batas tersebut. Secara keseluruhan, penerapan *threshold* tinggi terbukti efektif dalam meningkatkan kepastian dan akurasi klasifikasi untuk kategori halal dan saram. Namun, hal ini mengorbankan keberadaan

kelas *doubtful*, sehingga model tidak lagi mampu menangkap ketidakpastian. Strategi ini ideal untuk sistem yang menuntut keputusan tegas dan bebas ambiguitas.

Selanjutnya melakukan pengujian pada teks hasil terjemahan. *Cosine similarity* merupakan metode untuk mengukur tingkat kemiripan semantik antara dua teks. Pengukuran ini dilakukan menggunakan model *Sentence-BERT*, yaitu model berbasis *transformer* yang menghasilkan representasi vektor (*embedding*) dari kalimat secara kontekstual. Vektor-vektor ini kemudian dibandingkan menggunakan *cosine similarity* untuk mengetahui sejauh mana teks hasil OCR mendekati label referensi (*ground truth*). Jika Semakin tinggi nilai yang dihasilkan dan mendekati angka 1, maka semakin tinggi pula tingkat kemiripan semantik antara dua teks. Berdasarkan hasil pengujian pada tahap sebelumnya, ambang batas sebesar 70% (0.70) terbukti efektif dalam menangani ambiguitas antar teks. Jika nilai *similarity* berada di bawah 0.70, maka teks dikategorikan sebagai "berbeda", sedangkan nilai sebesar 0.70 atau lebih dikategorikan sebagai "mirip". Pertama, buat tabel yang memuat teks referensi (*ground truth*) dan hasil OCR untuk setiap produk. Tabel 4.8 menyajikan sebagian data dari tabel tersebut yang menampilkan perbandingan antara teks referensi dan hasil OCR.

Tabel 4.8 tabel perbandingan *ground truth* dan OCR

No.	*Ground Truth*	OCR
1	pork, water, corn starch, soybean, wheat, salt, carrageenan, Sodium tripolyphosphate, Spices, Sodium D-isoascorbate, MSG, Sugar, Sodium nitrite	pork, water, corn starch, soybean, wheat, salt, carrageenan, Sodium tripolyphosphate, Spices, Sodium D-isoascorbate, MSG, Sugar, Sodium nitrite
2	Bread, Pig, BBQ Sauce, iodized table salt, Monosodium glutamate, Disodium 5'-inosinate, Disodium 5'-guanylate, INS 170, INS 260	Wheat flour, Pork, Seasoning, Berbecue sauce, Monosodium glutamate, E631 (Disodium 5'-inosinate), E627 (Disodium 5'-guanylate), INS 170 (Calcium carbonate), INS 260 (Acetic acid)
3	Sugar, Vegetable fat, Wheat flour, Hazelnuts, Skim milk powder, cocoa powder, Barley malt extract powder, Salt, Wheat protein, Whey protein concentrate, soy lecithin, artificial flavouring.	Water, Palm Oil, Starch, Soy protein, Skimmed milk, Cocoa powder
4	Steamed rice, chicken eggs various seasonings and spring onions, crab meat, soybeans, monosodium glutamate, disodium 5'-ribonucleotides	Rice, Chicken, Various seasonings, Vegetables, Oil

5	Plum, sugar, organic agave syrup, plum extract, sugar, carbonated water	Ume, Sugar, Organic Agave Syrup, Ume extract, Carbonic Acid

Setelah membuat tabel perbandingan antara data hasil ekstraksi OCR dengan *ground truth*, langkah selanjutnya adalah melakukan *preprocessing*, *embedding*, dan kemudian menghitung nilai *cosine similarity*. Berikut Gambar 4.17 yang menampilkan kode program untuk menghitung nilai *cosine similarity*.

```
df = pd.read_excel('data_bahan_ocr.xlsx')

# 2. Preprocessing
df['ocr_output'] = df['ocr_output'].astype(str).str.strip().str.lower()
df['ground_truth'] = df['ground_truth'].astype(str).str.strip().str.lower()


# 3. Load model multibahasa
model = SentenceTransformer('paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2')

# 4. Batch encoding
embeddings_ocr = model.encode(df['ocr_output'].tolist(),
convert_to_tensor=True)
embeddings_gt = model.encode(df['ground_truth'].tolist(),
convert_to_tensor=True)

# 5. Cosine similarity
cosine_scores = util.cos_sim(embeddings_ocr,
embeddings_gt).diagonal().cpu().numpy()

df['Cosine_Similarity'] = cosine_scores
```

Gambar 4.17 Kode program *cosine similarity*

Langkah pertama dimulai dengan membaca dataset berformat excel yang berisi dua kolom utama, yaitu hasil OCR (ocr_output) dan referensi jawaban benar (ground_truth). Seluruh teks dalam kedua kolom tersebut kemudian diproses dengan normalisasi sederhana, yaitu mengubah semua karakter menjadi huruf kecil dan menghapus spasi yang tidak diperlukan. Tujuannya adalah untuk menyamakan format teks agar tidak terjadi bias perbandingan akibat perbedaan kapitalisasi atau spasi. Selanjutnya, digunakan model *SentenceTransformer* dengan nama paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2, yaitu model multibahasa yang telah dilatih untuk menghasilkan representasi semantik dari kalimat. Model ini mengubah teks dari masing-masing kolom menjadi vektor (e*mbedding*) yang merepresentasikan makna dari kalimat tersebut. Setelah representasi vektor didapatkan, dilakukan perhitungan *cosine similarity* antara vektor hasil OCR dan *ground truth* secara baris per baris. Nilai kemiripan ini menunjukkan

seberapa dekat makna kedua teks, dengan nilai berkisar antara 0 (tidak mirip) hingga 1 (sangat mirip). Hasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.9 berikut. Hasil lengkap nilai cosine similarity dari 30 produk bisa dilihat link pada *google drive* lampiran.

Tabel 4.9 Hasil *cosine similarity*

Produk	Cosine *Similarity Score*	Interpretasi
Produk 1	1.00	Mirip
Produk 2	1.00	Mirip
Produk 3	1.00	Mirip
Produk 4	0.85	Mirip
Produk 5	0.95	Mirip
Produk 6	0.69	Berbeda
Produk 7	0.74	Mirip
Produk 8	0.81	Mirip
Produk 9	0.68	Berbeda
Produk 10	0.88	Mirip

Berdasarkan evaluasi terhadap data OCR semantik, sistem secara umum menunjukkan performa yang baik. 93% produk memiliki nilai *cosine similarity* tinggi dan interpretasi yang mirip dengan referensi. Namun, terdapat dua produk memiliki skor kemiripan rendah, yaitu produk 6 dan produk 9. Hasil OCR pada produk 6 menunjukkan banyak bahan yang tidak terdeteksi seperti *sugar, hazelnut, vegetable, barley malt, salt, protein, artificial flavouring.* Walaupun begitu, *cosine similarity* menunjukan nilai tipis terhadap ambang batas. Sementara itu, pada produk 9, bahan seperti *dough*, *monosodium glutamate*, *Disodium 5' Inosinate*, dan *Disodium 5' Guanylate* tidak dikenali secara spesifik dan justru digantikan dengan istilah umum seperti *flavor food enhancer.* Pergantian istilah umum ini tidak hanya terjadi produk 9, tetapi juga terjadi pada produk lainnya. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa sistem OCR cukup akurat, namun perlu peningkatan pengendalian terhadap generalisasi teks agar informasi yang dihasilkan lebih presisi dan informatif.

4.4 Kelebihan dan Kekurangan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, terdapat kelebihan dan kekurangan yang ada pada aplikasi sistem deteksi makanan halal yang terdisi sebagai berikut:

a. Kelebihan

1. Dapat mengklasifikasikan produk makanan kemasan dengan tingkat akurasi yang sangat baik.
2. Memberikan informasi yang jelas mengenai status kehalalan suatu bahan.
3. Mayoritas pengguna terbantu, karena aplikasi memudahkan proses verifikasi kehalalan produk secara cepat dan praktis.
4. Threshold 70% meningkatkan akurasi dan kepastian klasifikasi, menghasilkan prediksi sempurna untuk kategori halal dan haram, ideal untuk sistem yang menuntut keputusan tegas tanpa ambiguitas.
5. Penerapan *cosine similarity* menunjukkan akurasi tinggi dalam pencocokan semantik, dengan mayoritas produk berhasil diinterpretasikan secara tepat.

b. Kekurangan

1. Sebagian besar pengguna mengeluhkan waktu respons yang cukup lama dalam menampilkan hasil klasifikasi.
2. Sistem terkadang mengklasifikasikan bahan ke dalam kategori *doubtful,* sehingga menimbulkan ketidakpastian.
3. Sistem masih kesulitan mengenali bahan dengan nama ambigu atau tidak spesifik.
4. Sistem cenderung melakukan generalisasi terhadap istilah bahan spesifik menjadi label umum.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil dalam mengimplementasi OpenAI API untuk Aplikasi Deteksi Makanan Halal Berbasis Website. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, berikut adalah kesimpulan dari penelitian ini:

a. Sistem yang dikembangkan terbukti mampu membantu pengguna memverifikasi kehalalan produk makanan secara efisien dan otomatis. Teknologi OCR digunakan untuk mengekstraksi teks bahan dari kemasan, lalu hasil ekstraksi tersebut diklasifikasikan oleh model GPT-4.o. Status halal dari produk beserta informasi setiap bahan kemudian ditampilkan langsung melalui antarmuka pengguna. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan System Usability Scale (SUS), sebanyak 94% responden mampu mengoperasikan aplikasi tanpa bantuan dan merasakan kemudahan dalam proses verifikasi.
b. Dari sisi akurasi, sistem menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik dengan akurasi total 90.52%. *Precision* dan *recall* tinggi pada kelas halal dan haram (di atas 90%) membuktikan keandalan sistem, bahkan tanpa kesalahan klasifikasi antar kategori utama, yaitu halal dan haram. Meski terdapat beberapa kesalahan pada kategori *doubtful*, sistem tetap mampu mengenali mayoritas bahan yang meragukan secara tepat.
c. Berdasarkan analisis *cosine similarity*, sekitar 93% produk menunjukkan tingkat kemiripan semantik yang tinggi antara teks hasil OCR dan referensi, mengindikasikan kemampuan sistem dalam membaca dan menafsirkan informasi bahan secara akurat. Penerapan threshold sebesar 70% juga memperkuat keandalan sistem dengan meningkatkan kepastian klasifikasi, terutama pada kategori halal dan haram yang masing-masing mencapai *precision* dan *recall* sempurna. Namun, hal ini mengeliminasi kategori *doubtful*, yang menunjukkan bahwa *threshold* tinggi cocok diterapkan pada sistem yang menuntut keputusan tegas dan tanpa ambiguitas.

Secara keseluruhan, sistem ini telah memenuhi tujuannya sebagai alat bantu verifikasi kehalalan makanan yang otomatis, efisien dan akurat.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis terkait Integrasi OpenAI pada Aplikasi Sistem Deteksi Makanan Halal berbasis Website, sebagai berikut:

a. Kecepatan klasifikasi masih dirasa lambat. Optimasi waktu respons, baik dari sisi pemrosesan model maupun infrastruktur backend, perlu menjadi prioritas pengembangan selanjutnya.
b. Performa pada kelas *doubtful* masih perlu diperbaiki. Sistem sering kali salah mengklasifikasikan bahan yang seharusnya jelas ke dalam kategori meragukan. Diperlukan pendekatan yang lebih cermat, misalnya dengan memperluas basis data bahan atau menambahkan analisis kontekstual.
c. Perlu penanganan lebih hati-hati terhadap generalisasi istilah, di mana model kerap mengganti istilah bahan spesifik dengan istilah umum. Penambahan kamus bahan atau referensi terminologi makanan dapat membantu menjaga keakuratan semantik.

DAFTAR PUSTAKA

Abimata, P. P., & Setiawan, M. A. (2024). Integerasi Kecerdasan Buatan Generatif Untuk Analisis dan Mitigasi Data CVE. *Kesatria : Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, *5*(3), 1338–1345. https://doi.org/10.30645/KESATRIA.V5I3.452.G447

Al Hakim, Z. (2023, May 3). *ChatGPT: A Revolution in Natural Language Processing*. https://btech.id/en/news/chatgpt-a-revolution-in-natural-language-processing/

Ali, N., Isheawy, M., & Hasan, H. (2015). *Optical Character Recognition (OCR) System*. *17*(2), 22–26. https://doi.org/10.9790/0661-17222226

Andini, W., Dewi Masitoh, R., Cristian Harati, C., Noor Kamala Sari, N., Handrianus Pranatawijaya, V., Yos Sudarso, J., Jekan Raya, K., Palangka Raya, K., & Tengah, K. (2024). IMPLEMENTASI SISTEM JUAL BELI KOPI BERBASIS MOBILE ANDROID DENGAN PENGGUNAAN API OPENAI UNTUK GENERATE DESKRIPSI PRODUK KOPI. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *8*(4), 7604–7607. https://doi.org/10.36040/JATI.V8I4.9830

Baktash, J. A., & Dawodi, M. (2023). GPT-4: A Review on Advancements and Opportunities in Natural Language Processing. *Journal of Electrical Electronics Engineering*, *2*(4), 548–549. https://doi.org/10.33140/JEEE.02.04.19

Edi Wibowo, D., & Diah Madusari, B. (2018). Pengaruh Labelisasi Halal Terhadap Keputusan Pembelian Oleh Konsumen Muslim Terhadap Produk Makanan di Kota Pekalongan. *Indonesia Journal of Halal*, *1*(1), 73. https://doi.org/10.14710/halal.v1i1.3400

Eriana, E. S., Kom, S., Kom, M., & Zein, D. A. (2023). Artificial Intelligence (AI). *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.* https://repository.penerbiteureka.com/id/publications/567027/

Fadilah, T. N., Purwanto, P., & Alfianto, A. N. (2022). Tingkat Pengetahuan dan Produk Halal dalam Keputusan Pembelian Makanan Halal. *Jurnal Bisnis Dan Kewirausahaan*, *18*(1), 1–10. https://doi.org/10.31940/jbk.v18i1.1-10

Hamarashid, H. K., Karim, L. T., & Muhammed, D. A. (2023). ChatGPT and Large Language Models: Unraveling Multifaceted Applications, Hallucinations, and Knowledge Extraction. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, *11*(2), 60–70. https://doi.org/10.15294/IJCETS.V11I2.75617

Hanif, A. R., Nasrullah, E., & Setyawan, Fxa. (2023). DETEKSI KARAKTER PLAT NOMOR KENDARAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *11*(1), 2830–7062. https://doi.org/10.23960/jitet.v11i1.2897

Khairani, D., Bangkit, D. A., Rozi, N. F., Masruroh, S. U., Oktaviana, S., & Rosyadi, T. (2022). Named-Entity Recognition and Optical Character Recognition for Detecting Halal Food Ingredients: Indonesian Case Study. *2022 10th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2022*. https://doi.org/10.1109/CITSM56380.2022.9935966

Macefield, R. (2009). *How To Specify the Participant Group Size for Usability Studies: A Practitioner's Guide - JUX*. Journal of Usability Studies. https://doi.org/15765750

Mavani, N. R., Ismail, M. A., Abd Rahman, N., & Mohd Ali, J. (2025). Fuzzy logic-based barcode scanning system for food products halal identification. *Food Control*, *168*, 110926. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110926

Meskó, B. (2023). Prompt Engineering as an Important Emerging Skill for Medical Professionals: Tutorial. *Journal of Medical Internet Research*, *25*(1), e50638. https://doi.org/10.2196/50638

Nakkeeran, J. (2022). *Artificial Intelligence - The Next Revolution* (p. 37). https://www.researchgate.net/publication/389004322_Artificial_Intelligence_-_The_Next_Revolution

Paramita, A., Ali, H., & Dwikoco, F. (2022). PENGARUH LABELISASI HALAL, KUALITAS PRODUK, DAN MINAT BELI TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN (LITERATUTE REVIEW MANAJEMEN PEMASARAN). *JURNAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DAN ILMU SOSIAL*, *3*(2), 660–669. https://doi.org/10.38035/jmpis.v3i2.1128

Rahman, F., & Basuki, B. M. (2023). Implementation Model Prototyping In Application Design of Halal Food Product Detection For Overseas Muslim Students. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, *13*(2), 96–102. https://doi.org/10.35585/INSPIR.V13I2.56

Rahmi, E., Yumami, E., Hidayasari, N., & Negeri Bengkalis Bengkalis, P. (2023). Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review. *REMIK: Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, *7*(1), 821–834. https://doi.org/10.33395/REMIK.V7I1.12177

Setiawan, B., Tolle, H., & Kharisma, A. P. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Mobile Informasi Produk Halal. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *2*(10), 3577–3582. https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2672

Toha, M. R., & Triayudi, A. (2022). Penerapan Membaca Tulisan di dalam Gambar Menggunakan Metode OCR Berbasis Website pada e-KTP. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, *11*(1), 175–183. https://doi.org/10.23887/JSTUNDIKSHA.V11I1.42279

Tonye, G. (2021). *Machine Learning Confidence Scores — All You Need to Know as a Conversation Designer*. https://medium.com/voice-tech-global/machine-learning-confidence-scores-all-you-need-to-know-as-a-conversation-designer-8babd39caae7

Widya, H., Salsabila, R., & Di, A. (2019). Aplikasi Barcode Scanner Food Halal Pada Produk Makanan Impor Berbasis Android. *Journal of Electrical Technology*, *4*(1), 2502–3624.

World Population Review. (2025). *Muslim Population by Country*. https://worldpopulationreview.com/country-rankings/muslim-population-by-country

LAMPIRAN

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1ZMgXi3wcO4jqcb0AqW65tkZK4DSTlXji