PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE* VERIFIKASI KEHALALAN KOMPOSISI PRODUK MENGGUNAKAN *BARCODE*



Disusun Oleh:

Nama : Hasan Abdullah
NIM : 22523155

PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE* VERIFIKASI KEHALALAN KOMPOSISI PRODUK MENGGUNAKAN *BARCODE*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Hasan Abdullah

NIM : 22523155

Yogyakarta, 1 Juli 2026

Pembimbing,



(Elyza Gustri Wahyuni, S.T., M.Cs.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE* VERIFIKASI KEHALALAN KOMPOSISI PRODUK MENGGUNAKAN *BARCODE*

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, 1 Juli 2026

Tim Penguji

Elyza Gustri Wahyuni, S.T., M.Cs.

Anggota 1

Dr. Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom.

Anggota 2

Dr. Feri Wijayanto, S.T., M.T.

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

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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hasan Abdullah

NIM : 22523155

Tugas akhir dengan judul:

PENGEMBANGAN APLIKASI *MOBILE* VERIFIKASI KEHALALAN KOMPOSISI PRODUK MENGGUNAKAN *BARCODE*

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, 1 Juli 2026



(Hasan Abdullah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur tak terhingga penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Atas kehendak, rahmat, dan kelapangan waktu yang dianugerahkan-Nya, lembar demi lembar perjuangan yang dicurahkan penulis dalam menyusun tugas akhir ini akhirnya dapat diselesaikan. Berbagai tantangan, keterbatasan waktu, dan tanggung jawab yang harus dijalani secara bersamaan mengajarkan penulis tentang keikhlasan, ketekunan, dan arti komitmen untuk terus melangkah maju dalam keadaan apa pun. Tugas akhir ini pada akhirnya bukan sekadar pencapaian akademis, melainkan sebuah pembuktian diri bahwa setiap amanah seberat apa pun dapat dituntaskan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa perjalanan panjang ini mustahil mencapai garis akhir tanpa adanya doa, cinta, dan dukungan tanpa syarat dari orang-orang yang sangat berarti. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati dan rasa syukur, karya ini sebagai persembahan penulis dalam mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta, Bapak Maryono Dwi Saputro dan Ibu Dwi Asriningrum, atas doa, kasih sayang, kesabaran, dukungan fisik maupun moral, serta pengorbanan dan kepercayaan yang tidak pernah berhenti dan senantiasa menjadi kekuatan terbesar bagi penulis agar selalu melangkah.
2. Kakak penulis, Zahria Nur Khasanah, yang selalu memberikan perhatian, dukungan, dan semangat kepada penulis. Kehadiran serta kepedulian yang diberikan menjadi salah satu penguat penulis dalam menyelesaikan perjalanan akademik ini.
3. Shafika Nabila Oviana, partner penulis, yang telah memberikan dukungan, motivasi, waktu, serta kebersamaan selama menempuh proses yang dijalanani ini. Terima kasih karena telah menjadi tempat bertukar pikiran dan memberikan semangat ketika penulis menghadapi berbagai kesulitan.
4. Dendy, Dudut, Gatot, Rangga, Daffa, Azmi, Fauzan, Gana, Ariel, Haris, Farid, Naufal, Novera, Widya, Sekar, Adel, serta seluruh teman-teman Invacy sebagai bagian dari perjalanan dan rekan seperjuangan. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dukungan, diskusi, serta pengalaman yang telah dibagikan. Seluruh kenangan tersebut menjadi kesan baik yang tidak tergantikan dalam perjalanan hidup penulis.

HALAMAN MOTO

“Barangsiapa yang menginginkan dunia, maka hendaknya dengan ilmu. Barangsiapa yang menginginkan akhirat, maka hendaknya dengan ilmu. Dan barangsiapa yang menginginkan keduanya, maka hendaknya dengan ilmu”
(Imam Syafi'i)

"Dan janganlah kamu mengikuti sesuatu yang tidak kamu ketahui. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati nurani, semua itu akan dimintai pertanggungjawabannya."
(Q.S. Al-Isra': 36)

“Nilai seseorang sesuai dengan kadar tekadnya, ketulusannya sesuai dengan kadar kemanusiaannya, keberaniannya sesuai dengan kadar penolakannya terhadap kehinaan, dan kesuciannya sesuai dengan kadar rasa malunya."
(Ali bin Abi Talib)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Rabbil `Alamin. Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta`ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa proses penyusunan tak lepas dari berbagai rintangan dan hambatan, namun berkat dukungan keluarga, sahabat, dan orang terdekat, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Dengan penuh rasa hormat dan rendah hati yang diberikan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta`ala, atas segala rahmat, kekuatan, dan kemudahan yang diberikan dalam setiap proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN Eng selaku Rektor universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia.
6. Ibu Elyza Gustri Wahyuni, S.T., M.Cs. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah sabar membimbing, membina, mengarahkan, serta memberikan banyak masukan berharga dalam penyususnan tugas akhir ini.
7. Bapak Kholid Haryono, S.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan perhatian selama masa perkuliahan.
8. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu dalam berbagai proses administrasi dan akademik selama perkuliahan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah menjadi perantara kebaikan dari Allah Subhanahu Wa Ta`ala dalam penyelesaian tugas akhir ini. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah awal untuk perjalanan yang lebih baik di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 1 Juli 2026



(Hasan Abdullah)

SARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan umat Islam terhadap informasi kehalalan produk makanan kemasan, khususnya pada produk luar negeri atau produk impor yang tidak selalu memiliki label halal dan informasi komposisi yang mudah dipahami. Kondisi tersebut dapat menyulitkan pengguna Muslim Indonesia dalam mengenali kandungan bahan sebelum mengonsumsi suatu produk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi *mobile* verifikasi kehalalan komposisi produk menggunakan *barcode*. Aplikasi ini berfungsi sebagai alat bantu awal untuk menampilkan informasi produk, komposisi bahan, hasil terjemahan bahasa Indonesia, serta status identifikasi berupa halal secara komposisi, syubhat, atau haram.

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Waterfall*, yang terdiri dari tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Perancangan sistem dilakukan melalui *use case* diagram, *activity* diagram, *entity relationship* diagram, perancangan *database*, dan desain antarmuka. Implementasi Supabase digunakan sebagai *database* untuk menyimpan data pengguna, riwayat pemindaian, bahan berisiko, alias bahan, dan detail bahan yang terdeteksi. Pemindaian *barcode* dilakukan pada format EAN-13, pengambilan data produk menggunakan OpenFoodFacts API, sedangkan OpenAI API digunakan untuk membantu pengolahan dan penerjemahan komposisi.

Hasil penelitian ini tercipta sesuai harapan dan dapat menjalankan fitur utama, yaitu akses pengguna, pemindaian *barcode*, pengambilan data produk, penampilan informasi produk, analisis komposisi, penyimpanan riwayat, dan *logout*. Dibuktikan dengan pengujian fungsional sistem dan pengujian *usability* yang melibatkan responden. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *black box testing* dengan pendekatan *Equivalence Partitioning* dengan hasil pengujian pada 25 skenario memperoleh persentase keberhasilan sebesar 100%. Pengujian *usability* menggunakan *USE Questionnaire* terhadap 33 responden memperoleh nilai *usability* sebesar 86,3% dengan rata-rata skor 6,04 dari skala 7. Aspek *Usefulness* memperoleh 86,5%, *Ease of Use* 86,2%, Ease of Learning 86,8%, dan *Satisfaction* 85,9%.

Kata kunci: Informasi Komposisi, Verifikasi *Barcode*, Aplikasi *Mobile*, *Waterfall*

GLOSARIUM

API	Antarmuka yang memungkinkan pertukaran data dan komunikasi antar aplikasi atau sistem melalui aturan yang terstandarisasi.
Database	Sistem penyimpanan data terstruktur yang dirancang untuk mengelola, menyimpan, dan menyediakan akses data secara efisien.
Framework	Kerangka kerja perangkat lunak yang menyediakan struktur dasar untuk membantu proses pengembangan aplikasi secara lebih terorganisir.
Frontend	Bagian dari sistem perangkat lunak yang berinteraksi langsung dengan pengguna melalui antarmuka visual.
Backend	Bagian dari sistem yang menangani proses logika, pengolahan data, serta komunikasi antara aplikasi dan server.
JSON	Format data berbasis teks yang digunakan untuk pertukaran informasi antar sistem secara ringan dan mudah dibaca mesin.
Flutter	*Framework* pengembangan aplikasi *mobile* yang digunakan untuk membangun aplikasi lintas platform seperti Android.
MLKit	*Toolkit* dari Google yang digunakan untuk membaca dan mengenali *barcode* melalui kamera perangkat *mobile*.
Supabase	Platform *backend* berbasis cloud yang digunakan untuk pengelolaan *database* dan autentikasi pengguna.
Waterfall	Model pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara paralalel dan berkaitan melalui tahapan analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian.

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 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian 3
1.6 Metodologi Penelitian 4
1.7 Sistematika Penulisan 4
BAB II KAJIAN TEORI 6
2.1 Penelitian Terdahulu dan Aplikasi Serupa 6
2.1.1 Analisis Kebutuhan Aplikasi 10
2.1.2 Tinjauan Fitur Aplikasi 10
2.1.3 Evaluasi Pemenuhan Kebutuhan Pengguna 12
2.1.4 Analisis Hasil dan Keterbatasan Penelitian Terdahulu 12
2.2 Kajian Teori 14
2.2.1 Perbandingan Metode 14
2.2.2 Metode *Waterfall* 18
2.2.3 Sistem Informasi 20
2.2.4 Aplikasi *Mobile* 20
2.2.5 Flutter 20
2.2.6 Konsep Kehalalan 21
2.2.7 Pemindaian *Barcode* 23
2.2.8 *Barcode* EAN-13 23
2.2.9 *Database* 23
2.2.10 Supabase 24
2.2.11 Konsep *Application Programming Interface* (API) 24
2.2.12 OpenFoodFacts API 24
2.2.13 OpenAI API 25
2.2.14 *Black Box Testing* 25
2.2.15 *Equivalence Partitioning* (EP) 26
2.2.16 Konsep Persona Pengujian 27
2.2.17 *Usability Testing* 27
2.2.18 *USE Questionnaire* 28
2.2.19 Perhitungan Validitas 29
2.2.20 Perhitungan Reliabilitas 30

2.2.21 *Rule-Based System* 31
2.2.22 Validasi Pakar 32
2.2.23 *Confusion Matrix* 33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 35
3.1 Metodologi Penelitian 35
3.2 Analisis Kebutuhan 36
3.2.1 Kebutuhan Fungsional 37
3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional 38
3.3 Perancangan Sistem 40
3.3.1 *Use Case* Diagram 40
3.3.2 Activity Diagram 42
3.3.3 Peran OpenAI 45
3.3.4 *Rule-Based System* 46
3.3.5 Perancangan *Database* 48
3.3.6 Desain Antarmuka Pengguna 51
3.4 Skenario Implementasi Aplikasi 58
3.5 Skenario Pengujian Sistem 61
3.5.1 Skenario *Black Box Testing* 61
3.5.2 Skenario *Usability Testing* 63
3.5.3 Skenario Pengujian oleh Pakar 67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 69
4.1 Hasil dan Pembahasan Implementasi Sistem 69
4.1.1 Implementasi Antarmuka 69
4.1.2 Implementasi *Database* 77
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Sistem 80
4.2.1 Implementasi *Black Box Testing* 80
4.2.2 Implementasi *Usability Testing* 83
4.2.3 Implementasi Pengujian oleh Pakar 86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 90
5.1 Kesimpulan 90
5.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 99

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu 7
Tabel 2.2 Perbandingan Metode Penelitian 17
Tabel 2.3 Standar Kelayakan Persentase *USE Questionnaire* 29
Tabel 3.1 Tabel *Rule-Based* Sistem 47
Tabel 3.2 Tabel *profiles* 49
Tabel 3.3 Tabel *scan_history* 50
Tabel 3.4 Tabel *scan_detected_ingredients* 50
Tabel 3.5 Tabel *db_risk_ingredients* 51
Tabel 3.6 Tabel *db_risk_aliases* 51
Tabel 3.6 Pengujian Akses Aplikasi 61
Tabel 3.7 Pengujian Pemindaian *Barcode* 62
Tabel 3.8 Pengujian Informasi Produk 62
Tabel 3.9 Pengujian Tampilan Penyimpanan dan Riwayat Pemindaian 63
Tabel 3.10 Pengujian *Logout* Aplikasi 63
Tabel 3.11 Persona Calon Responden Aplikasi 64
Tabel 3.12 Pertanyaan *USE Questionnaire* 64
Tabel 3.14 Daftar Produk Skenario Akurasi Pakar 68
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Akses Aplikasi 80
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pemindaian *Barcode* 80
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Informasi Produk 81
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tampilan Penyimpanan dan Riwayat Pemindaian 81
Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Logout* Aplikasi 82
Tabel 4.6 Total Responden 83
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan *Usability* dengan Metode *USE Questionnaire* 84
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Validitas 85
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Reliabilitas 86
Tabel 4.10 Hasil Uji Validasi Pakar 87
Tabel 4.11 Hasil *Confusion Matrix* Validasi Pakar 88
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Validasi Pakar dengan *Confusion Matrix* 88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Metode *Waterfall* 18
Gambar 2.2 Elemen pada Tabel Keputusan 31
Gambar 3.1 Metode *Waterfall* 35
Gambar 3.2 *Use Case* Diagram 41
Gambar 3.3 *Activity* Diagram Akses Aplikasi 42
Gambar 3.4 *Activity* Diagram Pemindaian *Barcode* Produk 43
Gambar 3.5 *Activity* Diagram Analisis Kandungan Komposisi 44
Gambar 3.6 *Entity Relationship* Diagram 48
Gambar 3.7 (a) Halaman *Login*, (b) Halaman Registrasi 52
Gambar 3.8 Halaman *Dasboard* Pengguna 53
Gambar 3.9 Halaman Pemeriksaan Produk 54
Gambar 3.10 Halaman Hasil Pemeriksaan 55
Gambar 3.11 Halaman Detail Komposisi 56
Gambar 3.12 Halaman Riwayat Pemindaian 57
Gambar 3.13 Halaman Akun Pengguna 58
Gambar 3.14 Kode Proses Pemindaian *Barcode* 59
Gambar 3.15 Kode Pengambilan Data Produk 60
Gambar 4.1 (a) Implementasi *Login*, (b) Implementasi Registrasi 70
Gambar 4.2 Implementasi *Dashboard* Pengguna 71
Gambar 4.3 Implementasi Pemeriksaan Produk 72
Gambar 4.4 Implementasi Hasil Pemeriksaan 73
Gambar 4.5 Implementasi Detail Komposisi 74
Gambar 4.6 Implementasi Riwayat Pemindaian 75
Gambar 4.7 Implementasi Akun Pengguna 76
Gambar 4.8 Implementasi *Database* pada Supabase 78

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mayoritas penduduk Indonesia beragama Islam, sekitar 87,2% dari total populasi yang mana jaminan kehalalan terhadap makanan memiliki urgensi penting terhadap apa yang mereka konsumsi (Maulana, 2024). Umat Islam juga memiliki pandangan bahwa mengonsumsi makanan bukan hanya sekadar pemenuhan kebutuhan primer, melainkan cerminan awal yang dapat mempengaruhi bentuk dan perilaku seseorang (Arsudin et al., 2024). Selain itu, memilah makanan halal juga merupakan bentuk pelaksanaan syariat agama yang wajib dipenuhi. Hal ini dijelaskan dalam firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat Al-Maidah ayat 88, "Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya." Dengan demikian, memilih dan mengonsumsi makanan halal sebagai bentuk ketaatan yang tidak bisa diabaikan oleh setiap umat Muslim.

Kehalalan suatu produk mencakup berbagai aspek, mulai dari komposisi bahan, proses pengolahan, hingga penyajian yang harus sesuai dengan syariat Islam. Di era globalisasi ini, dimana produk pangan dari berbagai negara tersebar luas di pasaran memberikan banyaknya pilihan dalam memilih makanan (Rusli, 2024). Namun, kondisi tersebut memicu masalah besar bagi konsumen Muslim, yaitu beredarnya berbagai produk makanan ringan dan minuman siap saji tanpa sertifikasi resmi lembaga yang berwenang memberikan kesan ambigu beredar luas (Astuti, 2020). Kondisi tersebut memicu kompleksitas dari komposisi makanan yang dikonsumsi semakin meningkat, hal ini dituntut adanya ketelitian dalam memahami kandungan produk pangan untuk menanggulangi fenomena yang beredar (Masudin et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan adanya transparansi yang memadai mengenai komposisi bahan sebagai penunjang pemenuhan informasi terkait keamanan produk yang akan dikonsumsi umat Muslim.

Kesulitan dalam memverifikasi kehalalan produk semakin dirasakan oleh konsumen Muslim ketika berkunjung ke negara lain khususnya negara mayoritas non-Muslim sebagai wisatawan. Standar halal yang tidak seragam dan kurangnya sertifikasi halal pada negara minoritas Islam menciptakan kondisi kurang ideal dalam umat Muslim dalam memilih makanan. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh (Karimah et al., 2025) menunjukkan bahwa keadaan wisatawan Muslim di Vietnam mengalami kesulitan dalam menemukan

makanan halal karena pilihan yang terbatas dan kurangnya informasi transparan mengenai kehalalan produk yang tersedia. Untuk menanggulangi keadaan ini, diperlukan penyediaan informasi produk dan lokasi restoran halal berbasis teknologi bisa menjadi solusi efektif yang bisa diterapkan (Karimah et al., 2025). Beberapa aplikasi berbasis *mobile* telah beredar sebagai penyedia informasi yang mendorong pemberdayaan konsumen dan membangun kepercayaan atas apa yang mereka konsumsi (Rasyadi & Kurniawardhani, 2025). Hal ini menggambarkan tingginya permintaan terhadap transparansi informasi mengenai status halal dan haram produk. Namun demikian, terdapat beberapa aplikasi yang belum menyediakan transparansi komposisi, sehingga memerlukan pemahaman lebih lanjut terkait kandungan produk yang akan dikonsumsi.

Meskipun saat ini telah beredar beberapa aplikasi pengecekan status halal, mayoritas masih terbatas pada pemberian label tanpa menyajikan transparansi rincian komposisi bahan yang memadai (Rasyadi & Kurniawardhani, 2025). Sebagai solusi atas celah tersebut, penelitian ini mengembangkan *Aplikasi Mobile Verifikasi Kehalalan Komposisi Produk Menggunakan Barcode*. Berbeda dengan metode pencarian manual atau aplikasi konvensional, aplikasi ini menonjolkan efisiensi melalui integrasi API OpenFoodFacts sebagai basis data produk dan API OpenAI untuk memvalidasi keakuratan informasi langsung berdasarkan teks pada kemasan asli. Selain itu, guna menjawab kendala bahasa bagi pemahaman terhadap komposisi produk sebagai urgensi mengenai kandungan apa yang akan dikonsumsi, sistem ini dilengkapi fitur penerjemah komposisi otomatis ke dalam bahasa Indonesia. Melalui perpaduan teknologi tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis yang tidak hanya mempercepat akses informasi, tetapi juga memberdayakan konsumen Muslim untuk lebih cermat dan mandiri dalam memverifikasi kehalalan produk secara akurat. Hasil penelitian dilakukan uji validasi pakar untuk memastikan kelayakan dan keakuratan hasil akhir oleh ahli dibidang pengecekan komposisi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah, “Bagaimana cara merancang dan mengembangkan sistem informasi berbasis aplikasi *mobile* yang dapat membantu umat Islam yang memiliki kepedulian terhadap pengecekan dan transparansi kandungan produk makanan kemasan dalam mengidentifikasi risiko kehalalan berdasarkan komposisi produk serta memahami rincian bahan sebelum dikonsumsi”.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem informasi berbasis aplikasi *mobile* dengan metode pemindaian *barcode* produk makanan serta menampilkan informasi status halal pada komposisi bahan makanan. Aplikasi ini juga akan menyediakan fitur terjemahan ke dalam bahasa Indonesia guna memberikan kontribusi dalam memahami kandungan bahan produk dan meningkatkan kepercayaan mereka terhadap produk yang akan mereka konsumsi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang disajikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Menyediakan alat bantu verifikasi awal yang mempercepat konsumen Muslim dalam mengidentifikasi bahan berisiko (aman, syubhat, atau haram) pada komposisi produk kemasan secara transparan.
b. Mengatasi kendala bahasa yang dialami konsumen saat mengecek label produk impor dengan menyajikan rincian komposisi yang telah diterjemahkan secara otomatis ke dalam bahasa Indonesia melalui pemindaian *barcode* EAN-13.
c. Menghadirkan efisiensi dalam pengecekan bahan produk asing melalui pemindaian *barcode* EAN-13 yang terintegrasi dengan fitur ekstraksi dan penerjemahan komposisi otomatis ke dalam bahasa Indonesia.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang disajikan sebelumnya, dapat ditetapkan beberapa batasan masalah pada penelitian. Batasan masalah tersebut seperti:

a. Pengembangan sistem aplikasi ini hanya mencakup penentuan status kategori komposisi (halal, syubhat dan haram) berdasarkan kandungan komposisi pada produk yang dipindai.
b. Fokus penelitian ini hanya pada produk makanan kemasan yang memiliki kode *barcode* pada label produk.
c. Jenis *barcode* yang berlaku pada pengembangan sistem aplikasi ini hanya pada jenis EAN-13.
d. Sumber data komposisi produk diperoleh dari ketersediaan data OpenFoodFacts API, dengan dukungan OpenAI API untuk membantu normalisasi dan penyempurnaan data komposisi berdasarkan informasi kemasan produk.

e. Klasifikasi bahan berisiko dalam sistem disusun berdasarkan kajian literatur, termasuk fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI), QS Al-Maidah ayat 3, serta referensi ilmiah terkait, kemudian dikategorikan ke dalam status syubhat dan haram sebagai dasar analisis sistem yang dikemas pada *database* berisiko sebagai *matching* data.
f. Sistem tidak mencakup verifikasi proses produksi, penyembelihan hewan, rantai pasok bahan baku, dan cara pengolahan produk di luar dari otoritas dan jangkauan data komposisi yang digunakan pada sistem ini.
g. Hasil analisis sistem sangat bergantung pada kelengkapan dan akurasi data yang tersedia pada OpenFoodFacts API serta hasil pemrosesan dari OpenAI API.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan atau pendekatan yang digunakan untuk menyusun, mengembangkan, dan mengevaluasi suatu penelitian secara sistematis. Metodologi ini berfungsi sebagai panduan agar proses penelitian dapat dilakukan secara terarah, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian hasil.

Pada penelitian pengembangan sistem, salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* merupakan model pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara berurutan dari satu tahap ke tahap berikutnya. Tahapan dalam metode ini umumnya meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Setiap tahap dikerjakan secara sistematis sehingga hasil dari tahap sebelumnya menjadi dasar bagi tahap berikutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan susunan penjelasan isi laporan penelitian yang disusun secara berurutan ke dalam lima bab, yaitu:

a. BAB I PENDAHULUAN

   Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.
b. BAB II KAJIAN TEORI

   Bab ini berisi penelitian terdahulu dan teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem. Pembahasan pada bab ini meliputi sistem informasi, aplikasi

mobile, konsep kehalalan, produk kemasan, *barcode*, *barcode* EAN-13, *database*, Supabase, API, OpenFoodFacts API, dan OpenAI API.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses penelitian. Pembahasan mencakup metode *Waterfall*, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem yang mencakup *use case* diagram, *activity* diagram, perancangan *database* dan tampilan antarmuka, skenario implementasi aplikasi, serta metode pengujian yang digunakan untuk memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil implementasi sistem aplikasi mobile yang telah dikembangkan. Pembahasan meliputi hasil akhir tampilan antarmuka aplikasi mencakup fitur-fitur utama aplikasi, *database* yang telah terintegrasi pada aplikasi, dan pengujian aplikasi dari segi fungsional.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya. Kesimpulan disusun berdasarkan tujuan penelitian serta hasil implementasi dan pengujian sistem, sedangkan saran diberikan untuk memperbaiki atau mengembangkan fitur aplikasi agar lebih optimal di masa mendatang.

BAB II
KAJIAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu dan Aplikasi Serupa

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar dalam memahami pengembangan aplikasi verifikasi halal berbasis *mobile*. Kajian ini dilakukan untuk melihat pendekatan yang telah digunakan oleh penelitian sebelumnya, baik dari sisi metode verifikasi, fitur aplikasi, sumber data, maupun hasil pengujian sistem. Beberapa penelitian relevan yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Penelitian Rasyadi & Kurniawardhani (2025), melakukan kajian sistematis terhadap 11 aplikasi verifikasi halal yang telah beredar pada Google Play Store. Aplikasi yang dikaji meliputi Scan Halal, Tag Halal Food, Verify Halal, HalalCheck, Halal Check E-nombor, Halalin, Halal Japan, Halal Finder, Mustakshif, Mufko, dan Halal Ou Pas. Penelitian tersebut membandingkan aplikasi dari aspek metode verifikasi, cakupan data, referensi fatwa, akses offline, tampilan status fatwa, penjelasan detail fatwa, fitur laporan, riwayat pemindaian, bahasa antarmuka, dan fitur terjemahan bahan. Hasil kajian menunjukkan bahwa *barcode* menjadi metode yang dominan karena efisien dan mudah digunakan, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam menampilkan detail komposisi bahan.
b. Penelitian Ying & Zaaba (2022), mengembangkan aplikasi MyHalal untuk membantu pengguna memverifikasi status halal produk dan tempat makan. Penelitian ini diawali dengan perbandingan fitur aplikasi halal domestik dan internasional, seperti App Scan Halal, Verify Halal, Halal E-numbers, Smart Halal Apps, Halal Jakim *Barcode Scanner*, HALA Eat, Halal Advisor, Halal OuPas, Halal Check, dan Halal IO. Aspek yang dibandingkan meliputi registrasi pengguna, pencarian kode E-number, pencarian produk dan tempat makan halal domestik, pencarian produk makanan internasional, pemindai *barcode*, dan fitur laporan masalah halal. Penelitian ini juga melakukan survei kebutuhan pengguna sebagai dasar pengembangan fitur aplikasi.
c. Penelitian Rahmat et al. (2022), mengembangkan aplikasi Halal Food Product *Barcode Scanner* untuk membantu pengguna memperoleh informasi produk halal melalui pemindaian *barcode*. Sebelum pengembangan aplikasi, penelitian ini membandingkan beberapa aplikasi sejenis, yaitu Halal Check, Scan Halal App, Scan Halal, dan QR & *Barcode Reader*. Aspek yang dibandingkan meliputi opsi berbagi produk halal, informasi bahan makanan, pendekatan analisis, sumber aplikasi, koneksi basis data, dan model

langganan. Aplikasi yang dikembangkan dapat menampilkan status halal, kategori produk, nama produk, produsen, dan komposisi bahan. Pengujian dilakukan menggunakan evaluasi heuristik untuk menilai kegunaan aplikasi.

d. Penelitian Hidayat & Imanullah (2022), mengembangkan sistem pengecekan status halal produk menggunakan *QR Code* berbasis android dan web. Sistem ini menggunakan data sertifikasi halal LPPOM MUI yang dikodekan ke dalam QR Code. Informasi yang ditampilkan meliputi nama produk, produsen, status sertifikasi halal, dan informasi pendukung lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil memindai QR Code dan menampilkan informasi status sertifikasi halal produk.
e. Penelitian Rahmawati et al. (2023), mengembangkan aplikasi *mobile* informasi produk halal berbasis QR Code dan geofencing. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna memperoleh informasi produk halal dan mengetahui lokasi produk yang tersedia. Fitur yang dikembangkan meliputi *login*, pemindaian QR Code, penampilan informasi produk, pencarian lokasi, dan penampilan lokasi produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *mobile* dapat membantu akses informasi produk secara lebih praktis.

Kelima penelitian relevan tersebut digunakan sebagai acuan pada penelitian untuk melihat pendekatan yang telah digunakan oleh penelitian sebelumnya, baik dari sisi metode verifikasi, fitur aplikasi, evaluasi pemenuhan kebutuhan pengguna, maupun keterbatasan yang masih dapat dikembangkan akan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian (Tahun)	Aplikasi/ Sistem	Metode Verifikasi	Fitur Utama	Evaluasi Kebutuhan Pengguna	Keterbatasan
1	Rasyadi & Kurniawardhani (2025)	Kajian terhadap 11 aplikasi yaitu Scan Halal, Tag Halal Food, Verify Halal, HalalCheck, Halal Check	Penggunaan *Barcode* dominan (10/11 aplikasi, ±90%), didukung OCR dan input	Tampilan status fatwa (72%), riwayat pemindaian (63%), multibahasa (63%), referensi fatwa	9 dari 11 aplikasi memperoleh rating >3,5 dengan ulasan ratusan/ribuan, menunjukkan penggunaan aktif	OCR krusial untuk analisis komposisi mendalam namun adopsinya rendah, fitur referensi fatwa dan

No	Penelitian (Tahun)	Aplikasi/ Sistem	Metode Verifikasi	Fitur Utama	Evaluasi Kebutuhan Pengguna	Keterbatasan
		E-nombor, Halalin, Halal Japan, Halal Finder, Mustakshif, Mufko, dan Halal Ou Pas.	manual sebagai pelengkap	(27%), laporan pengguna (45%), dan terjemahan bahan (18%) masih terbatas, akses offline 0%		terjemahan bahan belum optimal; tidak ada aplikasi dengan akses offline
2	Ying & Zaaba (2022)	MyHalal (MH), dibandingkan terhadap 10 aplikasi domestik & internasional	*Barcode* (±60% aplikasi domestik yang dikaji)	Registrasi pengguna, 3 pencarian (produk domestik, E-number, produk internasional), *barcode scanner*, fitur laporan kesalahan (*report misconduct*)	Survei kebutuhan pengguna menunjukkan permintaan tinggi terhadap akses praktis via mobile	Berfokus pada status sertifikasi resmi dari JAKIM, belum menyediakan analisis komposisi bahan; bergantung pada basis data otoritas tunggal
3	Rahmat et al. (2022)	Halal Food Product *Barcode Scanner* menggunakan	*Barcode*	Status halal, kategori produk, nama produk, produsen, komposisi bahan	Evaluasi heuristik: aplikasi dapat digunakan dengan baik	Kedalaman analisis komposisi terbatas; ditemukan masalah kecil pada aspek kegunaan

No	Penelitian (Tahun)	Aplikasi/ Sistem	Metode Verifikasi	Fitur Utama	Evaluasi Kebutuhan Pengguna	Keterbatasan
4	Hidayat & Imanullah (2022)	Sistem QR Code (Android & Web)	QR Code (data sertifikasi LPPOM MUI)	Nama produk, produsen, status sertifikasi halal	Uji coba 100 data produk dan 26 kode QR menunjukkan keberhasilan pemindaian 100% pada berbagai ukuran QR Code (0,6×0,6 cm–2×2 cm, jarak baca hingga 95 cm)	Hanya memvalidasi status sertifikasi berdasarkan ID; belum menjawab kebutuhan pemahaman komposisi bahan
5	Hidayat & Imanullah (2022)	Aplikasi mobile info produk halal	QR Code + geofencing	*Login*, pemindaian QR Code, info produk, pencarian & tampilan lokasi	Membantu akses informasi produk & lokasi secara lebih praktis	Berfokus pada lokasi penjualan produk, belum membahas analisis komposisi atau identifikasi bahan berisiko

Berdasarkan Tabel 2.1, metode verifikasi *barcode* dan QR Code menjadi pendekatan yang paling umum digunakan pada aplikasi maupun sistem verifikasi halal, dengan fitur yang bervariasi mulai dari penampilan status sertifikasi, pencarian produk, hingga penyajian komposisi bahan. Meskipun sebagian besar penelitian menunjukkan tingkat penggunaan dan penerimaan pengguna yang baik, ditemukan keterbatasan yang serupa pada aspek kedalaman analisis komposisi bahan, ketiadaan fitur terjemahan bahan, serta belum optimalnya penjelasan

detail mengenai status risiko suatu bahan. Rincian dari masing-masing aspek dijelaskan lebih lanjut pada subbab 2.1.1 hingga 2.1.4.

2.1.1 Analisis Kebutuhan Aplikasi

Analisis kebutuhan aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi verifikasi halal benar-benar dibutuhkan oleh pengguna. Kebutuhan aplikasi juga terlihat pada penelitian Rasyadi & Kurniawardhani (2025) yang menunjukkan bahwa sebelas aplikasi verifikasi halal yang dikaji memiliki jumlah unduhan, ulasan, dan penilaian pengguna yang menunjukkan adanya penggunaan aktif. Sebagian besar aplikasi juga masih diperbarui, sehingga dapat dipahami bahwa aplikasi verifikasi halal masih digunakan dan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna.

Penelitian Ying & Zaaba (2022) memperkuat kebutuhan tersebut melalui survei pengguna. Hasil survei menunjukkan bahwa pengguna membutuhkan aplikasi yang praktis dan mudah diakses melalui perangkat *mobile* untuk memverifikasi status halal, mencari produk internasional, menggunakan pemindai *barcode*, dan memperoleh fitur pendukung seperti pencarian E-number serta laporan masalah halal.

Penelitian Rahmat et al. (2022) menjelaskan bahwa kebutuhan terhadap sistem pengecekan halal muncul karena konsumen Muslim masih mengalami kesulitan dalam memperoleh informasi status halal dan masa berlaku sertifikasi produk secara cepat. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa produk yang diduga tidak halal dapat menimbulkan kecemasan di masyarakat Muslim. Kondisi ini menjadi dasar pengembangan sistem pengecekan status halal berbasis QR Code.

Berdasarkan kajian tersebut, terbukti bahwa urgensi terhadap aplikasi verifikasi halal dibutuhkan oleh pengguna karena perlunya akses informasi halal yang cepat, praktis, dan mudah dipahami. Penelitian ini mengarahkan kebutuhan tersebut pada sistem yang berfokus pada pemindaian *barcode*, informasi komposisi produk, terjemahan komposisi, dan penampilan hasil identifikasi secara lebih informatif.

2.1.2 Tinjauan Fitur Aplikasi

Tinjauan fitur aplikasi dilakukan untuk mengetahui fitur yang telah digunakan pada penelitian terdahulu dan aplikasi serupa. Kajian ini menjadi dasar dalam menentukan fitur yang relevan dengan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini. Penelitian Rasyadi & Kurniawardhani (2025) meninjau fitur pada sebelas aplikasi verifikasi halal meliputi metode

verifikasi, cakupan data, referensi fatwa, akses *offline*, tampilan status fatwa, penjelasan detail fatwa, fitur laporan, riwayat pemindaian, bahasa antarmuka, dan fitur terjemahan bahan. Hasil kajian menunjukkan bahwa *barcode* menjadi fitur dominan, tetapi fitur riwayat, laporan, referensi fatwa, dan terjemahan bahan belum tersedia secara optimal pada banyak aplikasi.

Penelitian Ying & Zaaba (2022) menjelaskan pengembangan aplikasi MyHalal dengan fitur registrasi pengguna, pencarian kode *E-number*, pencarian produk dan tempat makan halal domestik, pencarian produk makanan internasional, pemindai *barcode*, dan fitur laporan masalah halal. Ditemukan 60% pada aplikasi domestik yang disebutkan pada penelitian ini sebagian besar menggunakan metode verifikasi pemindaian *barcode*. Kemudian aplikasi yang dikembangkan ini juga memiliki modul manajemen akun pengguna, manajemen informasi halal, manajemen *barcode*, dan manajemen admin.

Penelitian Rahmat et al. (2022) memaparkan pengembangan aplikasi pemindai *barcode* yang menampilkan status halal, kategori produk, nama produk, produsen, dan komposisi bahan. Sebelum pengembangan, penelitian tersebut membandingkan fitur pada aplikasi sejenis, seperti informasi bahan makanan, koneksi basis data, dan pendekatan analisis. Penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi bahan menjadi salah satu fitur penting dalam aplikasi pemindai halal.

Penelitian Hidayat & Imanullah (2022) memaparkan pengembangan dengan menampilkan fitur pengelolaan data produk, pembuatan QR Code, pemindaian QR Code, dan penampilan status sertifikasi halal. Sistem ini lebih berfokus pada akses cepat terhadap informasi sertifikasi halal produk.

Penelitian Rahmawati et al. (2023) melakukan pengembangan dengan menampilkan fitur *login*, pemindaian QR Code, penampilan informasi produk, pencarian lokasi, dan penampilan lokasi produk melalui geofencing untuk membantu pengguna memperoleh informasi produk dan lokasi penjualan, tetapi belum berfokus pada komposisi bahan.

Berdasarkan fitur dari beberapa penelitian terdahulu, kontribusi yang dikembangkan pada penelitian ini memilih fitur yang sesuai dengan fokus pengembangan, yaitu pemindaian *barcode*, penampilan informasi produk, penampilan komposisi bahan, detail komposisi, terjemahan bahan ke bahasa Indonesia, riwayat pemindaian, serta penampilan status hasil identifikasi. Fitur tersebut dipilih karena sistem ini diarahkan untuk membantu pengguna memahami komposisi produk makanan kemasan, bukan hanya menampilkan status halal secara umum. Fitur lokasi produk dan laporan masalah halal tidak menjadi fokus karena

penelitian ini dibatasi pada transparansi komposisi produk melalui *barcode*, OpenFoodFacts API, OpenAI API, dan *database* bahan berisiko.

2.1.3 Evaluasi Pemenuhan Kebutuhan Pengguna

Evaluasi pemenuhan kebutuhan pengguna dilakukan untuk melihat sejauh mana penelitian dan aplikasi terdahulu sudah menjawab kebutuhan pengguna dalam memperoleh informasi halal secara cepat, jelas, dan mudah dipahami. Penelitian Rasyadi & Kurniawardhani (2025) menunjukkan bahwa aplikasi verifikasi halal memiliki tingkat penggunaan yang cukup tinggi. Dari sebelas aplikasi yang dikaji, sembilan aplikasi tidak ada penilaian di bawah skor 3,5, sehingga menunjukkan pemenuhan ekspektasi pengguna. Jumlah ulasan berkisar ratusan hingga ribuan, menandakan partisipasi aktif pengguna dalam pengembangan aplikasi. Namun, pemenuhan kebutuhan pengguna masih bisa dioptimalkan karena masih terdapat keterbatasan pada fitur terjemahan bahan, penjelasan detail, riwayat, dan transparansi komposisi.

Penelitian Ying & Zaaba (2022) menunjukkan bahwa aplikasi MyHalal berusaha memenuhi kebutuhan pengguna melalui pemindai *barcode*, pencarian produk internasional, pencarian E-number, dan laporan masalah halal. Sistem ini sudah menjawab kebutuhan akses informasi halal yang lebih praktis, tetapi belum secara khusus menekankan pemahaman komposisi bahan sebagai dasar penilaian produk.

Penelitian Hidayat & Imanullah (2022) sudah memenuhi kebutuhan pengguna dalam memperoleh informasi status sertifikasi halal secara cepat melalui QR Code. Namun, kebutuhan pengguna dalam memahami komposisi bahan belum dijawab karena sistem berfokus pada status sertifikasi.

Berdasarkan evaluasi tersebut, aplikasi terdahulu sudah memenuhi sebagian kebutuhan pengguna, terutama pada akses cepat, penampilan status, dan informasi produk. Namun, kebutuhan pengguna terhadap transparansi komposisi, terjemahan bahan, dan penjelasan bahan berisiko belum sepenuhnya terpenuhi. Hal ini menjadi dasar pengembangan sistem pada penelitian ini.

2.1.4 Analisis Hasil dan Keterbatasan Penelitian Terdahulu

Analisis hasil dan keterbatasan penelitian terdahulu dilakukan untuk mengetahui kontribusi masing-masing penelitian serta celah yang masih dapat dikembangkan. Penelitian Rasyadi & Kurniawardhani (2025) menyimpulkan bahwa *barcode* unggul dari sisi efisiensi dan kemudahan penggunaan. Namun, *barcode* tidak cukup menjelaskan komposisi bahan

secara mendalam. Penelitian tersebut juga menegaskan bahwa *Optical Character Recognition* OCR, input manual, riwayat pemindaian, dan terjemahan bahan masih perlu dikembangkan agar aplikasi lebih transparan dan informatif.

Penelitian Ying & Zaaba (2022) menjelaskan aplikasi MyHalal yang menggabungkan beberapa fitur verifikasi halal dalam satu sistem. Keterbatasan penelitian terletak pada ketergantungan terhadap basis data halal yang dikelola oleh otoritas terkait. Sistem tersebut belum menempatkan transparansi komposisi sebagai fokus utama.

Penelitian Rahmat et al. (2022) menunjukkan bahwa aplikasi *barcode* halal dapat menampilkan informasi produk dan komposisi bahan. Pengujian heuristik menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan dengan baik, tetapi masih memiliki beberapa masalah kecil pada aspek kegunaan. Keterbatasan lainnya terdapat pada kedalaman analisis komposisi dan ketergantungan terhadap data yang tersedia pada sistem.

Penelitian Hidayat & Imanullah (2022) membuktikan bahwa QR Code dapat digunakan untuk menampilkan status sertifikasi halal produk secara cepat. Namun, sistem tersebut masih berfokus pada validasi sertifikasi halal, bukan pada identifikasi komposisi bahan. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa sistem berbasis kode masih perlu dikembangkan agar dapat membantu pengguna memahami kandungan produk.

Penelitian Rahmawati et al. (2023) menunjukkan bahwa QR Code dan *geofencing* dapat digunakan untuk menyajikan informasi produk dan lokasi penjualan. Sistem tersebut belum membahas analisis komposisi bahan atau identifikasi bahan berisiko, sehingga penelitian tersebut belum menjawab kebutuhan transparansi komposisi produk makanan kemasan.

Sebagai solusi atas berbagai keterbatasan dari penelitian terdahulu, penelitian dengan judul *Pengembangan Aplikasi Mobile Verifikasi Kehalalan Komposisi Produk Menggunakan Barcode* merupakan jawaban relevan terhadap situasi ini. Sistem ini memanfaatkan metode pemindaian *barcode* EAN-13, pencocokan data dengan *database* bahan berisiko pada Supabase, serta pemanggilan API OpenAI untuk memproses dan menerjemahkan informasi komposisi ke bahasa Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis berupa sistem informasi yang mampu mengatasi keterbatasan informasi dan hambatan bahasa, sekaligus menjadi sarana pendukung bagi konsumen Muslim agar lebih cermat dalam mengidentifikasi risiko kehalalan produk kemasan.

2.2 Kajian Teori

Tahap ini diuraikan berbagai tinjauan teoritis yang menjadi landasan pijakan teknis dalam perancangan dan implementasi sistem. Kerangka konseptual yang dibahas mencakup tinjauan metodologi pengembangan perangkat lunak dengan pendekatan *Waterfall*, arsitektur pembangunan aplikasi *mobile* berbasis Flutter, serta prinsip-prinsip syariat terkait konsep kehalalan dan titik kritis komposisi bahan makanan. Selain itu, kajian ini juga mendeskripsikan secara komprehensif terkait teknologi terapan yang diintegrasikan ke dalam sistem, meliputi teknologi pemindaian (*Barcode* EAN-13 dan *MLKit*), pengelolaan basis data pada Supabase, pemanfaatan antarmuka pemrograman aplikasi (OpenFoodFacts API dan OpenAI API), serta instrumen pengujian fungsionalitas maupun penerimaan pengguna (*Black Box Testing* dan *USE Questionnaire*). Seluruh teori pendukung ini digunakan sebagai justifikasi akademis bahwa perancangan sistem telah memenuhi kaidah rekayasa perangkat lunak yang sistematis.

2.2.1 Perbandingan Metode

Perbandingan metode pengembangan sistem dilakukan untuk menentukan pendekatan yang paling sesuai dengan karakteristik penelitian. Pemilihan metode pengembangan tidak hanya mempertimbangkan kemudahan metode, tetapi juga perlu disesuaikan dengan kebutuhan spesifik proyek karena setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda (Bakri & Nasution, 2024). Dilakukan beberapa perbandingan metode seperti:

a. *Waterfall*

Waterfall merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang memiliki alur kerja berurutan dari tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Dijelaskan pada Pricillia & Zulfachmi (2021) metode *Waterfall* memiliki karakter linier, sehingga setiap tahap perlu diselesaikan sebelum masuk ke tahap berikutnya. Metode ini sesuai untuk digunakan pada sistem yang kebutuhannya sudah jelas sejak awal dan memerlukan dokumentasi yang terstruktur. Namun, kelemahan *Waterfall* terdapat pada rendahnya fleksibilitas apabila terjadi perubahan kebutuhan di tengah proses pengembangan. Karakteristik tersebut juga diperkuat oleh Widyantoro et al. (2025), yang menyatakan bahwa *Waterfall* lebih sesuai untuk proyek dengan kebutuhan yang jelas, stabil, dan menekankan perencanaan yang matang.

b. *Rapid Application Development* (RAD)

RAD merupakan pendekatan yang menekankan siklus pengembangan singkat dan menggunakan konstruksi berbasis komponen (Pricillia & Zulfachmi, 2021). Metode ini

cocok digunakan apabila sistem perlu dikembangkan dalam waktu cepat dan kebutuhan pengguna dapat dikomunikasikan secara intensif selama proses pengembangan. Penelitian Sintawati (2022) menjelaskan bahwa RAD berfokus pada pengembangan sistem secara cepat melalui pengulangan dan umpan balik. Kelebihan RAD terletak pada kesesuaiannya untuk proyek yang membutuhkan waktu singkat, kemampuan menggunakan kembali komponen yang sudah ada, serta efektivitas dalam menghasilkan sistem sesuai kebutuhan pengguna. Namun, RAD membutuhkan komitmen yang kuat antara pengembang dan pengguna. Selain itu, RAD tidak selalu cocok untuk semua jenis sistem, khususnya apabila proyek berskala besar, membutuhkan tenaga kerja banyak, atau sulit dibagi ke dalam modul yang jelas.

c. *Agile*

Agile merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang bersifat iteratif dan adaptif. Metode ini menekankan kolaborasi tim, keterlibatan pengguna, serta kemampuan menyesuaikan sistem terhadap perubahan kebutuhan selama proses pengembangan. Penelitian Widyantoro et al. (2025) menjelaskan bahwa *Agile* lebih sesuai untuk proyek dengan kebutuhan yang sering berubah, tim kecil yang kolaboratif, dan orientasi pada pengiriman produk secara cepat. Selain itu, penelitian Witania et al. (2022) juga menjelaskan bahwa *Agile* merupakan metode pengembangan yang berfokus pada proses cepat, perilisan perangkat lunak secara bertahap, pengurangan proses yang tidak diperlukan, dan keterlibatan pengguna. Dalam konteks aplikasi *mobile*, Larasati et al. (2021) menunjukkan bahwa *Agile* banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis *mobile* karena dianggap fleksibel dan memungkinkan pengembang kembali ke fase sebelumnya apabila terdapat perubahan kebutuhan. Namun, *Agile* membutuhkan komunikasi intensif, keterlibatan pengguna secara berkelanjutan, dan kesiapan tim untuk bekerja secara iteratif.

d. *Prototype*

Prototype merupakan metode pengembangan yang digunakan untuk memberikan gambaran awal sistem kepada pengguna sebelum sistem dikembangkan secara penuh. Penelitian Pricillia & Zulfachmi (2021) menjelaskan bahwa *Prototype* membantu pengguna memahami rancangan sistem melalui bentuk awal aplikasi, sehingga kebutuhan pengguna dapat disaring dan diperjelas sebelum implementasi. Metode ini sesuai digunakan ketika kebutuhan pengguna belum sepenuhnya jelas dan masih membutuhkan validasi bentuk sistem. Penelitian Ningsih & Nurfauziah (2023) juga menjelaskan bahwa

Prototype lebih sesuai untuk sistem yang bersifat *customize*, yaitu sistem yang dibuat berdasarkan kebutuhan atau situasi tertentu. Kelebihan *Prototype* terletak pada keterlibatan aktif pengguna dan kemudahan dalam menyesuaikan rancangan awal. Namun, metode ini dapat memperpanjang waktu pengembangan karena adanya proses evaluasi dan revisi berulang. Selain itu, *Prototype* berisiko kurang memperhatikan kualitas dan pemeliharaan jangka panjang apabila pengembangan terlalu fokus pada tampilan awal sistem.

Tabel 2.2 Perbandingan Metode Penelitian

No	Peneliti dan Tahun	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1	(Bakri & Nasution, 2024)	*Waterfall*, *Prototype*, RAD	*Waterfall* memiliki alur yang terstruktur, *Prototype* membantu menggambarkan kebutuhan pengguna, dan RAD mempercepat proses pengembangan sistem.	*Waterfall* kurang fleksibel terhadap perubahan, *Prototype* membutuhkan proses evaluasi berulang, dan RAD kurang sesuai untuk proyek yang memiliki risiko teknis tinggi.
2	(Pricillia & Zulfachmi, 2021)	*Waterfall*, *Prototype*, RAD	*Waterfall* sesuai untuk kebutuhan yang sudah jelas sejak awal, *Prototype* melibatkan pengguna dalam validasi rancangan, dan RAD mendukung pengembangan dalam waktu singkat.	*Waterfall* sulit menyesuaikan perubahan kebutuhan, *Prototype* dapat kurang memperhatikan kualitas jangka panjang, dan RAD membutuhkan komitmen tinggi antara pengguna dan pengembang.
3	(Widyantoro et al., 2025)	*Agile*, *Waterfall*	*Agile* lebih fleksibel terhadap perubahan kebutuhan, sedangkan *Waterfall* lebih sesuai untuk kebutuhan yang jelas dan stabil.	*Agile* membutuhkan kolaborasi dan keterlibatan pengguna secara intensif, sedangkan *Waterfall* kurang sesuai untuk proyek yang kebutuhannya sering berubah.
4	(Witania et al., 2022)	*Waterfall*	*Agile* mendukung proses pengembangan yang cepat dan adaptif, sedangkan *Waterfall* memiliki tahapan kerja yang lebih terencana.	*Agile* membutuhkan iterasi dan evaluasi berkelanjutan, sedangkan *Waterfall* bergantung pada perencanaan awal yang kuat.
5	(Ningsih & Nurfauziah, 2023)	*Waterfall*, *Prototype*	*Waterfall* sesuai untuk sistem dengan kebutuhan yang dapat diidentifikasi sejak awal, sedangkan *Prototype* sesuai untuk sistem yang masih membutuhkan validasi pengguna.	*Waterfall* kurang fleksibel terhadap perubahan, sedangkan *Prototype* dapat membutuhkan waktu lebih lama karena adanya revisi berulang.
6	(Sintawati, 2022)	RAD	RAD memiliki siklus pengembangan yang singkat dan dapat mempercepat pembangunan sistem melalui pendekatan berbasis komponen.	RAD membutuhkan komitmen tinggi, sumber daya yang memadai, dan kurang sesuai untuk sistem yang sulit dimodulkan.

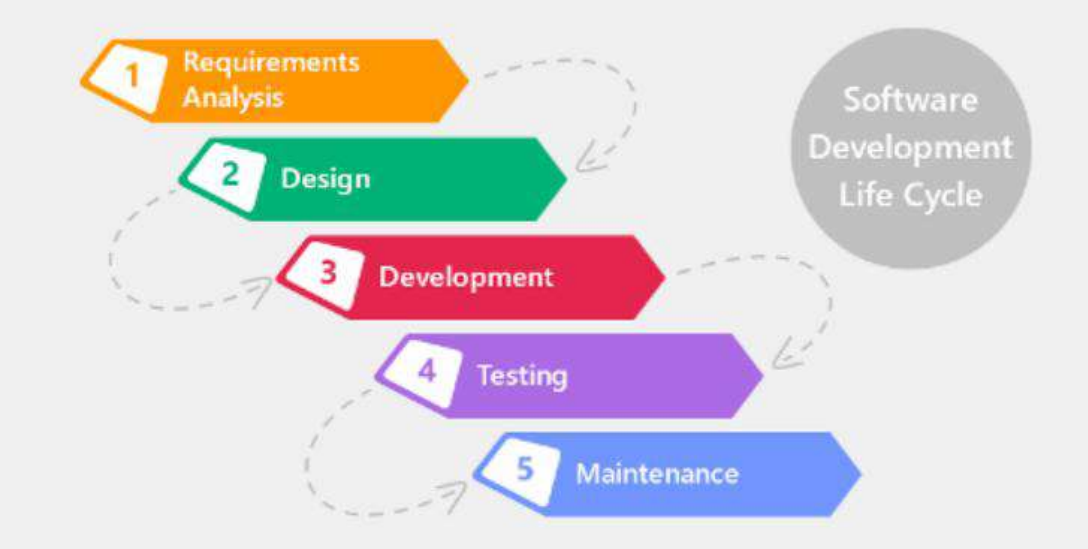
Berdasarkan hasil perbandingan pada Tabel 2.2, *Waterfall* dinilai lebih sesuai untuk penelitian ini karena kebutuhan sistem telah dapat dirumuskan sejak awal. Metode tersebut memiliki tahapan yang jelas dan mendukung proses pengembangan yang terdokumentasi, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian. Sementara itu, RAD lebih menekankan kecepatan pengembangan, *Agile* lebih sesuai untuk kebutuhan yang sering berubah, dan *Prototype* lebih tepat digunakan ketika kebutuhan pengguna masih perlu divalidasi melalui bentuk awal sistem. Dengan demikian, pemilihan metode *Waterfall* dapat

dipertanggungjawabkan karena karakteristiknya sesuai dengan penelitian yang memiliki ruang lingkup, kebutuhan data, dan fitur utama yang telah ditentukan sebelum proses implementasi.

2.2.2 Metode *Waterfall*

Metode *Waterfall* merupakan model pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara bertahap dan berurutan. Dijelaskan pada Bakri & Nasution (2024) metode *Waterfall* memiliki karakter linier, sehingga setiap tahap perlu diselesaikan sebelum masuk ke tahap berikutnya. Metode ini sesuai digunakan pada penelitian ini karena kebutuhan utama sistem telah dirumuskan sejak awal, seperti pemindaian *barcode*, pengambilan data produk, pemrosesan komposisi, dan pengujian aplikasi.

Metode ini juga digunakan pada penelitian Saputri & Hirzan (2024) dalam pengembangan aplikasi *mobile* berbasis Flutter dan *database realtime*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Waterfall* dapat diterapkan pada pengembangan aplikasi *mobile* yang memiliki kebutuhan sistem jelas dan tahapan implementasi yang terstruktur. Hal ini memperkuat pemilihan *Waterfall* pada penelitian ini karena sistem yang dikembangkan memiliki alur kerja yang telah ditentukan sejak tahap awal.



Gambar 2.1 Struktur Metode *Waterfall*

Struktur metode *Waterfall* yang ditampilkan pada Gambar 2.1, memiliki 5 fase utama sebagai berikut:

a. *Requirements Analysis* atau Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan merupakan langkah awal yang melibatkan identifikasi kebutuhan, tujuan penelitian, dan mengalokasikan sumber daya (Rizal et al., 2024). Informasi diperoleh dari kajian literatur, wawancara, diskusi, atau identifikasi langsung (Bakri & Nasution, 2024). Dalam penelitian, tahap ini melakukan pengkajian identifikasi masalah, tujuan sistem, dan kebutuhan sistem menjadi pondasi awal dalam pengembangan sistem ini.

b. *Design* atau Perancangan

Tahap perancangan merupakan tahapan dengan tujuan memberikan gambaran apa yang akan dikerjakan dan rancangan tampilan pembuatan sistem dengan penyesuaian kebutuhan pengguna (Rachmat, 2022). Dalam penelitian, dilakukan tahapan perancangan sistem yang akan disajikan melalui beberapa bagian, yaitu *use case* diagram, *activity* diagram, perancangan *database*, dan desain antarmuka pengguna.

c. *Development* atau Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahapan secara nyata yang melibatkan pengerjaan suatu sistem (Hidayat et al., 2022). Dalam penelitian, tahap ini dilakukan penulisan kode program, integrasi modul, dan pengujian unit berdasarkan desain yang telah dibuat (Rizal et al., 2024).

d. *Testing* atau Pengujian

Tahap pengujian merupakan tahapan mencoba sistem dari segi logika dan fungsional serta memastikan segala tahapan aplikasi telah diuji secara keseluruhan (Hidayat et al., 2022). Dalam penelitian, dilakukan pengujian sistem dan penerimaan pengguna melalui beberapa metode yang relevan.

e. *Maintenance* atau Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan merupakan tahapan untuk memperbaiki kesalahan pada tahap implementasi dengan kesesuaian kebutuhan pengguna (Fachri & Rizal, 2024). Dalam penelitian, dilakukan untuk memastikan penanganan setelah ditemukan kesalahan program setelah pengujian.

2.2.3 Sistem Informasi

Sistem informasi merupakan suatu komponen yang terdiri dari manusia, komputer, prosedur yang berinteraksi membuat suatu prosedur kerja berproses bersama untuk mencapai sesuatu. Kemudian teknologi pada sistem tersebut berperan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah, dan menyebarkan data menghasilkan relasi yang disebut sistem informasi (Aryadi, 2023). Dalam versi lain dijelaskan Aidah et al. (2024) bahwa sistem informasi berupa gabungan beberapa elemen teknologi dalam pengerjaan suatu prosedur kerja yang telah ditetapkan untuk mendukung keputusan.

2.2.4 Aplikasi *Mobile*

Aplikasi merupakan perangkat lunak yang dibuat untuk menjalankan tugas tertentu sesuai kebutuhan pengguna. Penelitian Purnamasari & Panjaiatan (2020) menjelaskan bahwa aplikasi merupakan turunan dari perangkat lunak yang bertujuan membantu pengguna menyelesaikan fungsi tertentu. Aplikasi pada penelitian ini berperan sebagai alat bantu untuk melakukan pemindaian *barcode*, menampilkan informasi produk, mengolah komposisi bahan, dan menyajikan hasil identifikasi komposisi kepada pengguna.

Aplikasi *mobile* merupakan aplikasi yang dijalankan pada perangkat bergerak seperti smartphone atau tablet. Penelitian Purnamasari & Panjaiatan (2020) menyatakan bahwa aplikasi *mobile* dibuat untuk *platform* tertentu seperti Android, iOS, atau Windows, dan digunakan untuk membantu pengguna sesuai fungsi aplikasi yang disediakan. Aplikasi *mobile* dalam penelitian ini dipilih karena pengguna membutuhkan akses informasi produk secara langsung dalam menentukan produk makanan kemasan.

Penelitian P. R. Setiawan et al. (2022) juga menjelaskan bahwa kebutuhan teknologi masyarakat telah bergerak ke arah teknologi *mobile*, terutama karena perangkat *mobile* banyak digunakan oleh pengguna Android dan Apple. Hal ini mendukung pengembangan sistem dalam bentuk aplikasi *mobile* karena aplikasi dapat digunakan secara praktis melalui perangkat yang dibawa pengguna.

2.2.5 Flutter

Flutter merupakan framework pengembangan aplikasi *mobile* untuk operasi Android, iOS, Windows, Linux, MacOS dengan sumber terbuka yang diciptakan oleh Google (Fau,

2024). Dalam pengembangan ini, bahasa pemrograman Flutter digunakan sebagai landasan dalam implementasi pembuatan kode.

Md. Sattar et al. (2023) menjelaskan bahwa keunggulan performa Flutter didukung oleh Dart yang dikompilasi langsung ke kode mesin native, ditambah fitur *hot reload* yang mempercepat siklus pengembangan karena perubahan kode dapat langsung terlihat tanpa memulai ulang aplikasi.

2.2.6 Konsep Kehalalan

Kehalalan produk berkaitan dengan kepatuhan suatu bahan, proses, dan cara perolehan produk terhadap prinsip syariat Islam. Konsep halal dalam konteks makanan tidak hanya berkaitan dengan sesuatu yang diperbolehkan untuk dikonsumsi, tetapi juga harus memenuhi unsur *thayyib*, yaitu baik, aman, dan tidak membahayakan. Penelitian Arsudin et al. (2024) membahas mengenai makanan halal yang dikaitkan dengan Surat Al-Baqarah ayat 168. Ayat tersebut menjelaskan perintah untuk memakan makanan yang halal dan baik dari apa yang terdapat di bumi. Penafsiran Ibnu ‘Abbas terhadap ayat tersebut menunjukkan bahwa makanan yang dikonsumsi harus berasal dari sumber yang jelas, baik dari hasil pertanian maupun peternakan, serta tidak berkaitan dengan sesuatu yang dilarang atau merugikan pihak lain. Kemudian, penjelasan menurut para ahli, kriteria halal ditentukan ada tidaknya sesuatu yang diharamkan dan hal dianggap najis oleh syariat.

Selain itu, dijelaskan bahwa bahan-bahan haram bukan sekadar babi, namun ada beberapa komponen *food additive* yang berkemungkinan meragukan hingga berkemungkinan haram dan bercampur pada proses produksi. Berikut beberapa jenis *food additive* yangg ditemukan seperti:

a. *Emulsifler*

   Komposisi ini biasanya diperoleh dari bahan hewani dan tumbuhan. Contohnya *lecithin*, *gum Arabic*, *mono digliceria*, *bile salts*.

b. *Enzim*

   Komposisi ini diperoleh dari binatang, tumbuhan atau mikroba. Contohnya *pepsin rennin*. *Pepsin* biasanya diperoleh dari sapi atau babi. *Rennin* diambil dari perut binatang kecil tapi juga bisa diperoleh dari tumbuhan atau mikroba.

c. *Shortening*

   Shortening atau yang biasa disebut minyak dan lemak sering dijumpai pada industri makanan. Komposisi ini diperoleh dari tumbuhan atau hewan. Berasal dari tumbuhan

misalnya minyak jagung, minyak kelapa, minyak kedelai. Sementara yang berasal dari hewan seperti mentega, keju, lard, lemak domba.

d. *Gelatin*

Komposisi ini diperoleh dari zat hewani melalui proses hidrolisis dari bahan tulang rawan, tulang, otot dan kulit. Sementara gelatin nabati dapat diperoleh dari glutelin, gandum atau tanaman biji-bijian.

Pembahasan lain pada penelitian ini juga berkaitan dengan Surat Al-Maidah ayat 3, diharamkan bangkai karena mengandung zat berbahaya. Hal ini memungkinkan dapat membahayakan tubuh ketika dikonsumsi. Adapun darah, merupakan sesuatu hal yang najis karena kotoran dan penetapan oleh ilmu kedokteran jika dikonsumsi akan membahayakan seperti bangkai yang mengandung banyak bakteri. Sedangkan daging babi juga karena kotornya. Para dokter juga menemukan adanya bakteri ganas, serta tabiat jelek yang ditakutkan dapat mempengaruhi pengonsumsi babi tersebut.

Berdasarkan kajian literatur lain berdasarkan sumber Fatwa Majelis Ulama Indonesia (2003) Nomor 4, bahan berisiko pada sistem dibagi menjadi dua kelompok utama. Kelompok pertama adalah bahan yang dapat ditandai sebagai haram apabila tercantum secara jelas, seperti babi dan turunannya, lard, bacon, darah, khamr, serta bahan yang berasal dari khamr. Kelompok kedua adalah bahan mubah atau syubhat, yaitu bahan yang memerlukan verifikasi lebih lanjut karena asal hewan, media pertumbuhan, sumber ethanol, atau proses produksinya tidak dapat diketahui hanya dari komposisi produk. Contohnya adalah gelatin tanpa informasi sumber, enzim hewani, *emulsifier* berbasis lemak, mono dan diglycerides, *shortening*, flavour, dan bahan mikrobial.

Berdasarkan beberapa kajian di atas, tidak semua titik kritis kehalalan dapat dideteksi melalui sistem berbasis pemindaian *barcode* dan pembacaan komposisi. Proses penyembelihan hewan, media pertumbuhan mikroba, rantai pasok bahan baku, dan proses produksi tidak dapat dipastikan hanya melalui informasi pada label kemasan. Oleh karena itu, sistem dalam penelitian ini dibatasi pada identifikasi bahan berdasarkan komposisi yang tertulis pada produk. Sistem tidak berperan sebagai penentu resmi halal atau haram suatu produk, tetapi sebagai alat bantu untuk mendeteksi bahan yang berpotensi haram atau syubhat berdasarkan data komposisi. Hasil yang ditampilkan bersifat informasi awal, sedangkan penetapan halal resmi tetap memerlukan sertifikasi atau verifikasi dari lembaga yang berwenang.

2.2.7 Pemindaian *Barcode*

Pemindaian *barcode* merupakan teknologi untuk membaca kode batang dengan identitas tertentu yang ter-*encode* dalam grafik gambar (Kristianto et al., 2022). *Barcode* menyimpan informasi dalam bentuk garis, spasi, atau pola tertentu yang dapat diterjemahkan oleh sistem menjadi nilai numerik atau teks. Salah satu alat dalam melakukan pemindaian *barcode* merupakan MLKit. MLKit adalah ML (*Machine Learning*) Kit metode pemindaian dengan kemampuan pengenalan biometrik yang memiliki akurasi tinggi (Ananda et al., 2025).

(Ananda et al., 2025) menjelaskan bahwa ML Kit menyediakan berbagai fitur yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, termasuk pengenalan wajah, sidik jari, dan barcode, yang memungkinkan proses verifikasi dilakukan secara efisien tanpa mengandalkan koneksi jaringan secara penuh. Karakteristik *on-device processing* ini sangat relevan untuk sistem pemindaian *barcode*, karena memungkinkan proses dilakukan dengan cepat dan responsif di tingkat perangkat, sebelum data dikirim ke server *backend* untuk tahap pemrosesan lebih lanjut.

2.2.8 *Barcode* EAN-13

Barcode merupakan kode data optik yang dibaca mesin yang dapat disebut sebagai simbologi linear atau satu dimensi dan digunakan untuk menyimpan data dalam bentuk garis serta spasi paralel (Muhammad et al., 2021). *Barcode* pada penelitian ini digunakan sebagai identitas produk makanan kemasan untuk mengambil data produk secara otomatis melalui OpenFoodFacts API.

Barcode (*European Article Number 13*) EAN-13 merupakan jenis *barcode* dengan pengkodean produk yang terdiri dari 13-digit numerik dengan keistimewaan pengidentifikasian produk secara unik dan efisien (Hermanto & Siregar, 2025). Penggunaan *barcode* ini dinilai sering ditemukan pada produk, sehingga cocok digunakan pada penelitian ini.

2.2.9 *Database*

Database merupakan tempat penyimpanan data yang disusun secara sistematis agar dapat diakses dan dikelola oleh sistem. Penelitian P. R. Setiawan et al. (2022) menjelaskan bahwa *database* digunakan sebagai penyimpanan data pada pengembangan aplikasi agar data dapat diperiksa dan diakses melalui program komputer. *Database* pada penelitian ini digunakan untuk menyimpan data pengguna, riwayat pemindaian, daftar bahan berisiko, dan alias bahan yang digunakan dalam proses pencocokan komposisi.

Penelitian Saputri & Hirzan (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan *database* terpusat dalam aplikasi *mobile* dapat membantu sinkronisasi data dan mempercepat proses akses informasi. Hal ini relevan dengan penelitian ini karena data bahan berisiko dan riwayat pemindaian perlu dikelola secara terstruktur agar dapat digunakan kembali oleh sistem.

2.2.10 Supabase

Supabase merupakan platform *backend-as-a-service* berbasis *cloud* yang dibangun di atas PostgreSQL untuk mendukung pengelolaan data dan layanan *backend* aplikasi. Penelitian Kolevska & Blazheska-Tabakvska (2025) menjelaskan bahwa Supabase digunakan sebagai solusi penyimpanan dan manajemen data karena menyediakan layanan yang skalabel, mengurangi kebutuhan pengelolaan server secara manual, serta mendukung fitur seperti autentikasi pengguna, sinkronisasi data *realtime*, REST API otomatis, *webhooks*, *serverless functions*, dan kebijakan kontrol akses.

Penggunaan Supabase juga dijelaskan oleh Soepriyanto et al. (2025) dalam pengembangan sistem berbasis *Platform as a Service* (PaaS). Supabase pada penelitian tersebut digunakan sebagai *database* dan sistem autentikasi yang berperan dalam pengelolaan sesi pengguna serta pemisahan layanan *backend* agar sistem lebih fleksibel dan mudah dikembangkan.

2.2.11 OpenFoodFacts API

OpenFoodFacts API merupakan layanan yang menyediakan akses terhadap basis data produk makanan secara terbuka dan kolaboratif. API tersebut memuat informasi produk makanan dari berbagai negara, seperti data produk, produsen, komposisi bahan, dan informasi nutrisi (Rakhmawati et al., 2021). Penelitian Sen et al. (2025) menunjukkan bahwa OpenFoodFacts API dapat digunakan pada sistem makanan kemasan untuk mengambil data produk berdasarkan *barcode* atau label, seperti nama produk, merek, takaran saji, dan nilai nutrisi.

OpenFoodFacts API dalam penelitian ini digunakan sebagai sumber data awal untuk memperoleh informasi produk berdasarkan *barcode* EAN-13, meliputi nama produk, *barcode*, merek, negara produk, gambar produk, komposisi bahan, dan gambar komposisi apabila tersedia. Namun, karena data OpenFoodFacts bersifat kolaboratif, informasi halal yang tersedia di dalamnya tidak digunakan sebagai keputusan resmi. Sistem hanya memanfaatkan

OpenFoodFacts API sebagai sumber data produk dan komposisi, sedangkan hasil identifikasi tetap didasarkan pada pencocokan komposisi dengan *database* bahan berisiko.

2.2.12 Konsep *Application Programming Interface* (API)

API merupakan antarmuka yang memungkinkan suatu aplikasi terhubung dengan layanan atau sistem lain. Penelitian P. R. Setiawan et al. (2022) menjelaskan bahwa data pada pengembangan aplikasi dapat diakses menggunakan API, yaitu kumpulan fungsi yang dapat dipanggil oleh program lain. Penelitian A. Setiawan & Purnamasari (2020) melakukan pertukaran data menggunakan API dapat melakukan komunikasi sumber data yang sama termasuk pada proses autentikasi.

Pada penelitian ini, penggunaan API digunakan untuk menghubungkan aplikasi dengan OpenFoodFacts sebagai sumber data produk dan OpenAI sebagai layanan pemrosesan komposisi.

2.2.13 OpenAI API

OpenAI API merupakan antarmuka pemrograman aplikasi yang memungkinkan sistem model bahasa OpenAI dengan tugas pemrosesan bahasa, seperti menghasilkan respons teks otomatis, melakukan analisis sentimen, meringkas teks, serta mengekstraksi informasi terstruktur dalam format JSON (Nurul et al., 2022). Penelitian Younis et al. (2023) menjelaskan bahwa penggunaan OpenAI API dilakukan melalui beberapa tahapan, seperti pembuatan API *key*, pemilihan model GPT, pemberian *prompt*, serta pengiriman permintaan melalui HTTP request yang kemudian menghasilkan respons dalam format JSON.

Penelitian Drofa (2025) menjelaskan bahwa integrasi OpenAI dalam aplikasi dapat meningkatkan interaksi pengguna melalui respons yang lebih kontekstual, personalisasi sistem, dan otomatisasi proses. Namun, penggunaan OpenAI API tetap memerlukan pengujian karena terdapat tantangan seperti relevansi respons, batasan permintaan, dan kebutuhan penyesuaian model agar hasil yang diberikan sesuai dengan konteks aplikasi. OpenAI API dalam penelitian ini digunakan sebagai layanan pendukung untuk memproses informasi komposisi produk.

2.2.14 *Black Box Testing*

Black box testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsi sistem berdasarkan input dan output yang dihasilkan, tanpa melihat struktur

kode program secara langsung. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap fitur aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

Penelitian Hasani & Sampurna (2025) menggunakan *black box testing* sebagai pengujian fungsional pada sistem pendukung keputusan berbasis *mobile*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama berjalan dengan baik. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa black box *testing* dapat digunakan untuk memastikan fitur sistem berjalan sesuai skenario, terutama pada aplikasi *mobile* yang menggunakan layanan API dan menampilkan hasil rekomendasi kepada pengguna.

Penelitian Zahara & Widodo (2025) juga menggunakan *black box testing* pada aplikasi kasir berbasis *mobile*. Pengujian dilakukan dengan memvalidasi setiap fitur berdasarkan input dan output yang diharapkan, mendeteksi kesalahan atau hasil yang tidak sesuai, serta mengevaluasi kemampuan sistem dalam menangani data valid dan tidak valid. Hasil pengujian kemudian disajikan dalam tabel dengan status akhir berhasil atau gagal. Pendekatan ini sesuai dengan penelitian ini karena fitur aplikasi perlu diuji berdasarkan skenario seperti *login*, pemindaian *barcode*, pengambilan data produk, penampilan komposisi, dan penyimpanan riwayat pemindaian.

Black box testing pada penelitian ini digunakan untuk menguji kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan fungsional. Fitur yang diuji meliputi registrasi, *login*, akses *guest*, pemindaian *barcode* EAN-13, pengambilan data dari OpenFoodFacts API, penampilan informasi produk, pemrosesan komposisi, pencocokan bahan dengan *database* Supabase, penampilan status hasil identifikasi, penyimpanan hasil pemindaian, riwayat pemindaian, dan *logout*. Dengan pengujian ini, sistem dapat dipastikan berjalan sesuai skenario sebelum dievaluasi lebih lanjut melalui pengujian *USE Questionnaire*.

2.2.15 *Equivalence Partitioning* (EP)

Equivalence Partitioning (EP) adalah instrumen pengujian *black box* yang memecah atau membagi domain input dari program ke dalam kelas-kelas data sehingga *test case* dapat diperoleh. Perancangan *test case* pada teknik ini didasarkan pada kelas *equivalence* untuk kondisi input yang menggambarkan keadaan valid atau tidak valid (Pratama et al., 2023).

Sejalan dengan itu, EP dapat digunakan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem tanpa mengakses struktur internal kode program serta mengurangi jumlah kasus uji secara efisien (Abdurrohman et al., 2026). EP pada penelitian ini digunakan untuk membagi skenario input valid dan tidak valid pada fitur registrasi, *login*, akses *guest*, pemindaian *barcode* EAN-13,

pengambilan data produk, pencocokan komposisi, penyimpanan riwayat, dan *logout*. Perhitungan EP dilakukan menggunakan rumus presentasi validasi, yaitu:

$$Persentase\ skenario = \left(\frac{Jumlah\ Test\ Case}{Total\ Test\ Case}\right) \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

Persentase scenario = Hasil perhitungan dalam persentase.

Jumlah *test case* = Total *test case* yang sesuai harapan.

Total *test case* = Seluruh *test case* yang dilakukan.

2.2.16 Konsep Persona Pengujian

Persona merupakan representasi pengguna yang menggambarkan karakteristik, kebutuhan, tujuan, dan konteks penggunaan suatu sistem. Dalam pengembangan perangkat lunak, persona digunakan untuk membantu pengembang memahami pengguna akhir secara lebih spesifik, bukan hanya sebagai pengguna umum. Muzammel et al. (2025) menjelaskan bahwa persona dapat mendukung proses *Requirements Engineering* karena mampu merepresentasikan kebutuhan, perilaku, motivasi, dan permasalahan pengguna. Sejalan dengan itu, Wang et al. (2024) menyatakan bahwa persona membantu membangun pemahaman terhadap demografi, kebutuhan, ekspektasi, serta pain points pengguna.

Penggunaan persona juga berkaitan dengan pendekatan *user-centered design*. Gould & Lewis (1985) menekankan bahwa desain dan evaluasi sistem perlu mempertimbangkan pengguna, tugas, kebutuhan, serta konteks penggunaan. Oleh karena itu, persona dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan responden pengujian agar evaluasi sistem lebih sesuai dengan kondisi pengguna yang dituju. Dalam penelitian ini, persona digunakan untuk menentukan calon responden pengujian *usability* aplikasi.

2.2.17 *Usability Testing*

Usability testing merupakan metode pengujian yang digunakan untuk menilai kemudahan penggunaan aplikasi berdasarkan pengalaman pengguna. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pengguna dapat menjalankan fitur aplikasi dengan efektif, efisien, dan merasa puas saat menggunakan sistem. Penelitian Kusuma Wardana et al. (2023) menjelaskan bahwa *usability* berkaitan dengan sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh

pengguna untuk mencapai tujuan tertentu, dengan mempertimbangkan efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna.

Usability testing dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi kemudahan pengguna dalam melakukan pemindaian *barcode*, membaca informasi produk, memahami detail komposisi, dan menafsirkan status hasil identifikasi. Hal ini sejalan dengan penelitian ini, karena aplikasi yang dikembangkan juga perlu dievaluasi dari sisi kemudahan penggunaan setelah responden mencoba fitur utama sistem.

2.2.18 *USE Questionnaire*

USE Questionnaire merupakan instrumen pengukuran *usability* yang digunakan untuk memperoleh penilaian pengguna terhadap kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan mempelajari, dan kepuasan terhadap suatu sistem. Instrumen ini digunakan untuk mengukur *usability* aplikasi berdasarkan empat aspek utama, yaitu *Usefulness*, *Ease of Use*, *Ease of Learning*, dan *Satisfaction* (Sufandi et al., 2022).

Penelitian Walhidayah et al. (2022) juga menjelaskan bahwa *USE Questionnaire* dapat digunakan setelah pengguna mencoba sistem melalui *task scenario*. Tahapan ini bertujuan agar pengguna memberikan penilaian berdasarkan pengalaman langsung saat menggunakan fitur aplikasi. Penelitian tersebut menghitung nilai *usability* berdasarkan setiap parameter yang ada, kemudian hasil dari keempat parameter digunakan untuk memperoleh nilai usability keseluruhan. Dengan demikian, *USE Questionnaire* sesuai digunakan pada pengujian *prototype* aplikasi karena mampu menunjukkan aspek yang sudah baik dan aspek yang masih perlu diperbaiki.

Perhitungan skor *USE Questionnaire* dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah menghitung nilai *usability* pada setiap aspek. Nilai setiap aspek dihitung dengan membagi total skor jawaban pada aspek tersebut dengan skor maksimum, kemudian dikalikan 100%. Rumus yang digunakan mengacu pada penelitian (Walhidayah et al., 2022), yaitu nilai *usability* tiap parameter dihitung dari total skor pertanyaan dibagi jumlah responden dikali jumlah pertanyaan dan skala Likert, kemudian dikalikan 100%. Tahap kedua adalah menghitung nilai *usability* keseluruhan dengan menjumlahkan nilai dari keempat aspek, kemudian membaginya dengan jumlah aspek yaitu 4.

a. Rumus tahap pertama perhitungan skor *usability* setiap aspek:

$$Nilai\ Aspek = \left(\frac{SUM}{Count\ \times Skala\ Likert}\right) \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

SUM = total jumlah poin pada pertanyaan

$Count$ = jumlah responden x banyak pertanyaan

$Skala\ Likert$ = banyaknya likert

b. Rumus tahap kedua perhitungan nilai *usability* keseluruhan:

$$Total\ = \frac{\sum \mathcal{X}}{4} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$\sum \mathcal{X}$ = hasil dari (*Usefulness* + *Ease of Use* + *Ease of Learning* + *Satisfaction*)

Kemudian, hasil akhir perhitungan dilakukan perbandingan dengan nilai standar kelayakan yang telah ditentukan pada penelitian Sasongko et al. (2020) pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Standar Kelayakan Persentase *USE Questionnaire*

Rentang Nilai (%)	Kesimpulan
Nilai < 21	Sangat Tidak Layak
21 – 40	Tidak Layak
41 – 60	Cukup
61 – 80	Layak
81 – 100	Sangat Layak

2.2.19 Perhitungan Validitas

Uji validitas merupakan rangkaian pengujian untuk menentukan apakah instrumen penelitian yang digunakan valid atau tidak. Menurut Muskar & Rosyad (2024), uji validitas

terdiri dari tiga bagian yaitu uji validitas konstruksi, uji validitas isi, dan uji validitas ekternal, caranya dengan menyandingkan kriteria yang didapatkan dari instrumen.

Pengujian dilakukan menggunakan teknik *Pearson Product Moment* yang mana nilai dari r-hitung lebih besar dari r-tabel, sedangkan dikatakan tidak valid dengan taraf kesalahan adalah sebesar 5% (Anhar et al., 2023). Rumus *Pearson Product Moment* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$rhitung = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2][\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$rhitung$ = koefisien korelasi

n = jumlah responden

x = skor setiap pertanyaan berdasarkan jawaban responden

y = skor total yang diperoleh dari seluruh pertanyaan

Dan rumus perhitungan r-tabel yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$df = n - 2 \text{ dengan taraf signifikan } 5\% \quad (2.5)$$

Keterangan:

n = jumlah responden

2.2.20 Perhitungan Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan pengujian untuk mengetahui reliable atau handal suatu instrumen penelitian yang digunakan (Anhar et al., 2023). Pengujian reliabilitas umumnya dilakukan menggunakan *Cronbach's Alpha*, karena suatu nilai yang memenuhi batas tertentu menunjukkan bahwa instrumen dapat dinyatakan reliabel atau konsisten.

Selain itu, nilai *Corrected Item-Total Correlation* (CITC) dapat digunakan sebagai informasi pendukung untuk melihat kontribusi masing-masing butir terhadap konstruk yang diukur. Muskar & Rosyad (2024) menggunakan CITC untuk menilai validitas butir, dengan cara menyatakan bahwa instrumen valid dan reliabel ketika nilai *item-total correlation* memenuhi kriteria dan *Cronbach's Alpha* berada di atas batas reliabilitas. Perhitungan uji reliabilitas menggunakan rumus berikut:

$$r = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma t^2}\right] \quad (2.6)$$

Keterangan:

r = koefisien relibilitas instrumen

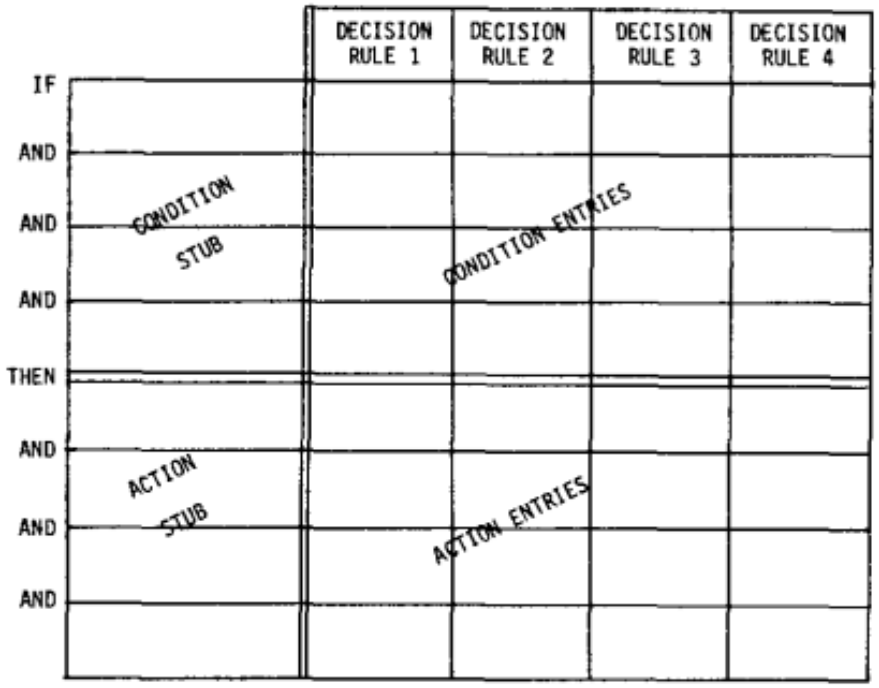
k = banyaknya butir pertanyaan

$\sum \sigma b^2$ = total butir pertanyaan

σt^2 = total varian

2.2.21 *Rule-Based System*

Salah satu bentuk representasi *rule-based system* yang umum digunakan adalah *decision table* (tabel keputusan). Penelitian Pooch (1974) menjelaskan bahwa *decision table* tersusun atas empat kuadran, yaitu *condition stub, condition entry, action stub, dan action entry*, yang masing-masing menggambarkan kondisi yang diuji beserta aksi yang dihasilkan dari kombinasi kondisi tersebut dan disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Elemen pada Tabel Keputusan

Sumber: (Pooch, 1974)

Penelitian tersebut juga menekankan bahwa penyusunan *decision table* perlu memperhatikan tiga aspek utama, yaitu redundancy (redundansi), contradiction (kontradiksi),

dan completeness (kelengkapan), agar setiap kombinasi kondisi menghasilkan satu keputusan yang unik dan tidak ambigu. Dua aturan dikatakan redundan apabila tidak terdapat satu pun kondisi dengan nilai berbeda (Y dan N) di antara keduanya namun menghasilkan aksi yang sama, dan dikatakan kontradiktif apabila kondisi tersebut sama namun menghasilkan aksi yang berbeda. Kemudian ada pula penjelasan penggunaan tanda dash (-) atau I sebagai notasi kondisi don't-care, yaitu kondisi yang nilainya tidak memengaruhi hasil akhir suatu aturan, sehingga satu aturan dengan beberapa dash dapat merepresentasikan beberapa kombinasi kondisi sekaligus.

Sejalan dengan itu, penelitian Tarannum et al. (2024) menerapkan *rule-based* model sebagai salah satu metode klasifikasi status Halal atau Haram pada produk pangan kemasan. Aturan dijalankan dengan mencocokkan setiap bahan pada suatu produk terhadap daftar bahan Haram menggunakan fungsi kesesuaian teks dengan ambang batas tertentu. Apabila ditemukan satu kecocokan yang melebihi ambang batas tersebut, sistem langsung mengembalikan status "Haram" tanpa mempertimbangkan proporsi maupun jumlah bahan aman lainnya pada produk yang sama, sedangkan status "Halal" hanya diberikan apabila tidak ditemukan satu pun kecocokan bahan Haram.

Pada penelitian ini, penerapan *rule-based system* digunakan untuk menentukan status akhir suatu produk, yaitu Halal, Syubhat, atau Haram, berdasarkan kombinasi status bahan penyusun produk, ketersediaan sertifikasi halal resmi, dan ketersediaan data komposisi. Penambahan kategori Syubhat dilakukan sebagai representasi status ketidakpastian, sejalan dengan prinsip kehati-hatian ketika status kehalalan suatu bahan tidak dapat dipastikan secara tegas dari data komposisi yang tersedia. Prinsip utama yang diadopsi dari kedua penelitian di atas adalah penentuan status akhir berdasarkan tingkat risiko tertinggi yang ditemukan pada suatu produk, bukan berdasarkan proporsi atau jumlah bahan pada tiap kategori.

2.2.22 Validasi Pakar

Validasi pakar merupakan salah satu metode pengujian yang melibatkan pakar atau ahli di bidang tertentu untuk menilai kesesuaian hasil keluaran suatu sistem terhadap kaidah keilmuan atau pengetahuan yang dimiliki pakar tersebut. Penggunaan validasi pakar memiliki dua pendekatan yang umum diterapkan pada penelitian sistem pakar. Pendekatan pertama berupa uji kelayakan (*feasibility test*), yaitu pakar menilai kesesuaian aturan, logika, atau keluaran sistem secara kualitatif dan dinyatakan dalam bentuk persentase kelayakan. Pendekatan ini diterapkan pada pengujian sistem pakar diagnosa gaya belajar berbasis metode

Certainty Factor, yang memperoleh hasil kelayakan pakar sebesar 100% dengan kategori "Sangat Layak" (Haryoko & Miftahudin, 2025). Pendekatan kedua berupa uji akurasi, yaitu pakar memberikan penilaian independen terhadap sejumlah data uji, kemudian hasil penilaian tersebut dibandingkan dengan keluaran sistem untuk menghitung tingkat kesesuaian. Pendekatan ini diterapkan pada pengujian sistem pakar diagnosis penyakit difteri berbasis metode *Certainty Factor*, yang memperoleh tingkat akurasi sebesar 90% berdasarkan 10 data uji dan menunjukkan hasil diagnosis sistem sejalan dengan diagnosis pakar (Mulyani et al., 2023).

Pada penelitian ini, validasi pakar diterapkan dengan pendekatan kedua, yaitu membandingkan hasil klasifikasi status komposisi oleh sistem dengan penilaian independen pakar Majelis Ulama Indonesia (MUI) Kabupaten Banjarnegara terhadap sejumlah produk uji, kemudian hasil perbandingan tersebut diukur menggunakan *confusion matrix*.

2.2.23 *Confusion Matrix*

Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model atau sistem klasifikasi dengan cara membandingkan hasil prediksi sistem terhadap kondisi aktual atau nilai sebenarnya dari data uji (Cynthia & Qoiriah, 2024). Pada penelitian Cynthia & Qoiriah (2024), *confusion matrix* dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu *True Positive* (TP) yang merupakan data yang diprediksi positif dan sesuai dengan kondisi aktual, *True Negative* (TN) yang merupakan data yang diprediksi negatif dan sesuai dengan kondisi aktual, *False Positive* (FP) yang merupakan data yang diprediksi positif namun kondisi aktualnya negatif, dan *False Negative* (FN) yang merupakan data yang diprediksi negatif namun kondisi aktualnya positif. *Confusion matrix* pada dasarnya diperuntukkan bagi klasifikasi dua kelas (dikotomus), namun dapat diperluas penerapannya ke dalam klasifikasi multi-kelas (*multiclass*), di mana nilai TP, TN, FP, dan FN dihitung secara terpisah untuk setiap kelas terhadap kelas lainnya (Powers, 2011).

Berdasarkan nilai TP, TN, FP, dan FN pada *confusion matrix*, dihitung beberapa metrik evaluasi kinerja sistem, yaitu akurasi, presisi, *recall*, dan F1-*score*. Akurasi menunjukkan proporsi jumlah prediksi yang benar terhadap keseluruhan data uji. Presisi menunjukkan proporsi prediksi positif yang benar-benar sesuai dengan kondisi aktual. *Recall* menunjukkan proporsi data aktual positif yang berhasil diprediksi dengan benar oleh sistem. F1-*score* merupakan nilai rata-rata harmonik antara presisi dan *recall* yang digunakan untuk melihat keseimbangan performa sistem dalam menangkap data yang benar sekaligus menghindari

kesalahan klasifikasi (Haryoko & Miftahudin, 2025). Keempat metrik tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{Total\ Prediksi\ Benar}{Total\ Data} \times 100\% \quad (2.7)$$

$$Presisi = \frac{TP}{(TP + FP)} \times 100\% \quad (2.8)$$

Keterangan:

TP = data diprediksi positif dan sesuai dengan kondisi aktual

FP = data diprediksi positif namun kondisi aktualnya negatif

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)} \times 100\% \quad (2.9)$$

Keterangan:

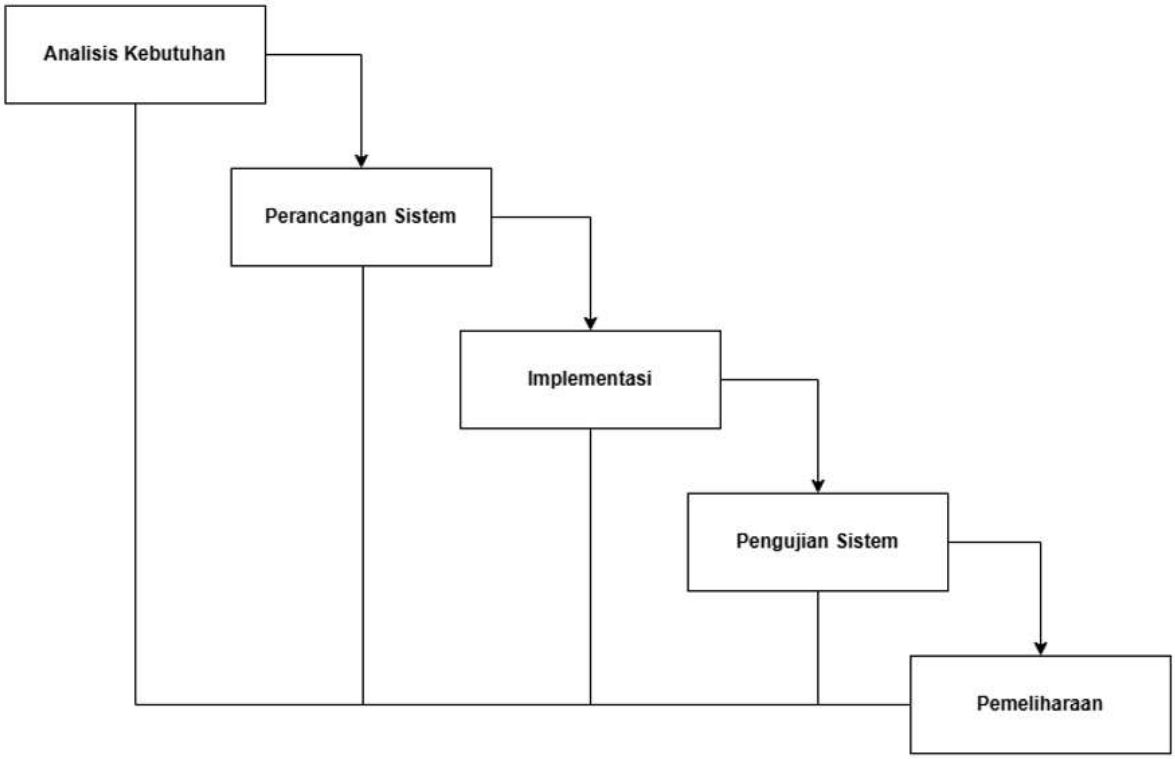
TP = data diprediksi positif dan sesuai dengan kondisi aktual

FN = data diprediksi negatif namun kondisi aktualnya positif

$$F1 - Score = 2 \times \frac{(Presisi \times Recall)}{(Recall + Presisi)} \quad (2.10)$$

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian *Pengembangan Aplikasi Mobile Verifikasi Kehalalan Komposisi Produk Menggunakan Barcode* ini akan menggunakan metode pengembangan sistem *Waterfall*. Terdapat tahapan-tahapan pada metode *Waterfall* seperti, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, penggujian sistem, dan pemeliharaan yang diilustrasikan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Metode *Waterfall*

Sumber: (Saravanos, 2025)

3.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem aplikasi *mobile* verifikasi kehalalan komposisi menggunakan *barcode* pada penelitian ini adalah metode *Waterfall*. Pemilihan metode *Waterfall* pada penelitian ini didasarkan pada hasil perbandingan dengan metode pengembangan lain, yaitu *Rapid Application Development* (RAD), *Agile*, dan *Prototype*, yang telah diuraikan pada Tabel 2.2 subbab 2.2.1. Berdasarkan perbandingan tersebut, pemilihan dilakukan karena kesesuaian terhadap kebutuhan utama sistem, seperti alur

pengambilan komposisi melalui pemindaian *barcode*, pengambilan data produk melalui OpenFoodFacts API, serta pemrosesan dengan Openai API dan pencocokan komposisi bahan dengan *database* bahan berisiko dengan Supabase, telah dapat dirumuskan secara jelas sejak tahap analisis kebutuhan. Pada perbandingan metode 2.2.1 juga diterangkan karakteristik tersebut berbeda dengan RAD yang lebih menekankan kecepatan pengembangan melalui penggunaan kembali komponen, *Agile* yang lebih sesuai untuk kebutuhan yang sering berubah, maupun *Prototype* yang memerlukan validasi bentuk sistem secara berulang bersama pengguna. Selain itu, tahapan *Waterfall* yang berurutan dan terdokumentasi mendukung penyusunan sistem yang ruang lingkup serta fitur utamanya telah ditentukan sebelum proses implementasi dimulai.

Ditampilkan pada Gambar 3.1, penelitian ini dimulai dari analisis kebutuhan sistem untuk menentukan fitur yang harus tersedia pada aplikasi. Setelah kebutuhan ditentukan, tahap perancangan dilakukan untuk menyusun *use case* diagram, *activity* diagram, perancangan *database*, dan desain antarmuka. Tahap berikutnya adalah implementasi sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Setelah sistem selesai dikembangkan, pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai kebutuhan. Dengan alur tersebut, setiap tahapan dalam penelitian ini memiliki keterkaitan langsung dengan tahapan berikutnya.

3.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan kebutuhan utama yang harus dimiliki oleh sistem. Penentuan kebutuhan pada penelitian ini turut mengacu pada hasil kajian penelitian terdahulu yang telah dirangkum pada Tabel 2.1 subbab 2.1. Berdasarkan tabel tersebut, teridentifikasi bahwa aplikasi verifikasi halal yang telah beredar umumnya masih terbatas pada penampilan status halal secara umum, tanpa menyajikan transparansi komposisi bahan, penjelasan detail bahan berisiko, maupun fitur terjemahan bahan ke dalam bahasa Indonesia. Oleh karena itu, kebutuhan fungsional pada penelitian ini diarahkan untuk menutup celah tersebut, yaitu dengan menghadirkan fitur pencocokan komposisi terhadap *database* bahan berisiko, penjelasan status per bahan (aman, syubhat, atau haram), serta penerjemahan komposisi secara otomatis ke dalam bahasa Indonesia. Tujuannya agar setiap fitur yang dikembangkan memiliki hubungan yang jelas dengan capaian sistem dan dapat memberikan kesesuaian pada tahap perancangan sistem, implementasi maupun pengujian.

Analisis kebutuhan sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Kebutuhan fungsional menjelaskan fungsi utama yang dijalankan

oleh sistem, sedangkan kebutuhan non-fungsional menjelaskan kualitas sistem yang perlu dipenuhi dalam proses pengembangan aplikasi.

3.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional pada penelitian ini ditentukan beberapa poin-poin fitur utama yang dapat dijalankan oleh aplikasi, seperti:

a. Akses Aplikasi

   Sistem menyediakan beberapa metode akses bagi pengguna, yaitu registrasi akun untuk pengguna baru, *login* untuk pengguna yang telah memiliki akun, serta akses sebagai guest atau pengguna tamu. Akses sebagai *guest* diberikan agar pengguna tetap dapat menggunakan fitur dasar aplikasi tanpa harus melakukan *login* terlebih dahulu.

b. Pemindaian *Barcode* Produk

   Sistem dapat melakukan pemindaian *barcode* produk makanan kemasan melalui kamera perangkat *mobile*. *Barcode* yang diproses oleh sistem dibatasi pada format EAN-13. Setelah *barcode* berhasil dipindai, sistem mengambil data produk melalui OpenFoodFacts API untuk memperoleh informasi data mentah produk.

c. Pencocokan Komposisi dengan *Database*

   Sistem dapat melakukan pencocokan data mentah OpenFoodFacts API dengan *database* bahan berisiko tidak sesuai syariat yang tersimpan pada Supabase. Pencocokan ini digunakan untuk mengidentifikasi bahan yang berpotensi masuk ke dalam kategori halal, syubhat, atau haram secara komposisi.

d. Pemrosesan Informasi Komposisi

   Sistem dapat memproses kekurangan informasi komposisi bahan dengan bantuan OpenAI API berdasarkan foto komposisi kemasan asli produk pada OpenFoodFacts API. Pemrosesan ini digunakan untuk membantu penyesuaian teks komposisi, menerjemahkan informasi bahan ke dalam bahasa Indonesia, serta menyajikan informasi agar lebih mudah dipahami oleh pengguna tanpa mengubah makna dari komposisi asli.

e. Penampilan Informasi Produk

   Sistem dapat menampilkan informasi produk kepada pengguna. Informasi yang ditampilkan meliputi nama produk, jenis produk, asal negara, penjelasan status komposisi, dan hasil identifikasi komposisi.

f. Penampilan Status Identifikasi Komposisi

Sistem dapat menampilkan hasil identifikasi komposisi berdasarkan pencocokan bahan dengan *database* bahan berisiko. Hasil identifikasi ditampilkan dalam bentuk status bantu, yaitu halal secara komposisi, syubhat, atau haram berdasarkan bahan yang terdeteksi oleh sistem.

g. Penampilan Detail Komposisi

Sistem dapat menampilkan detail komposisi bahan produk secara lebih lengkap. Pada bagian ini, sistem menampilkan rincian bahan yang terdeteksi beserta pelabelan bahan, seperti bahan aman, bahan syubhat, atau bahan haram secara komposisi.

h. Penyimpanan Hasil Pemindaian

Sistem menyediakan fitur penyimpanan hasil pemindaian bagi pengguna terdaftar. Hasil pemindaian yang disimpan dapat digunakan sebagai data riwayat agar pengguna dapat melihat kembali produk yang pernah dipindai.

i. Riwayat Pemindaian

Sistem dapat menampilkan riwayat pemindaian produk yang pernah dilakukan pengguna terdaftar. Fitur ini memunginkan pengaksesan kembali informasi produk oleh pengguna dari pemindaian sebelumnya.

j. *Logout* Aplikasi

Sistem menyediakan fitur *logout* agar pengguna terdaftar dapat keluar dari akun aplikasi setelah selesai menggunakan sistem.

3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional pada penelitian ini ditentukan oleh aspek pendukung sistem, seperti:

a. Kemudahan Penggunaan Aplikasi

Sistem harus memiliki tampilan yang sederhana dan mudah dipahami yang difokuskan pada fungsi aplikasi bagi pengguna. Hal ini diperlukan agar pengguna dapat melakukan akses aplikasi, memindai *barcode*, membaca informasi produk, dan memahami hasil identifikasi komposisi tanpa mengalami kesulitan.

b. Kinerja Sistem

Sistem harus dapat memberikan respons dalam waktu yang wajar ketika pengguna melakukan pemindaian *barcode*, mengambil data produk, memproses komposisi, dan menampilkan hasil identifikasi. Kecepatan sistem dipengaruhi oleh kualitas koneksi

internet, *respons* OpenFoodFacts API, *respons* OpenAI API, serta proses pencocokan data pada Supabase.

c. Keamanan Akses Pengguna

Sistem harus membatasi hak akses pengguna terhadap data yang tersimpan. Fitur penyimpanan hasil pemindaian dan riwayat pemindaian hanya dapat digunakan oleh pengguna terdaftar, serta hanya menampilkan data milik pengguna yang bersangkutan.

d. Transparansi Informasi Hasil Identifikasi

Sistem harus menampilkan informasi komposisi dan hasil identifikasi secara jelas kepada pengguna. Informasi yang ditampilkan perlu menunjukkan bahan yang terdeteksi, kategori bahan, serta alasan status identifikasi agar pengguna dapat memahami dasar hasil yang diberikan oleh sistem.

e. Penanganan Data

Sistem harus dapat menangani kondisi ketika *barcode* tidak terbaca, produk tidak ditemukan, komposisi tidak tersedia, atau data bahan belum dapat dianalisis secara optimal. Dalam kondisi tersebut, sistem perlu menampilkan pesan atau keterangan kepada pengguna agar tidak terjadi kesalahpahaman terhadap hasil aplikasi.

f. Batasan Otoritas Sistem

Sistem harus menampilkan hasil sebagai alat bantu identifikasi berdasarkan komposisi bahan, bukan sebagai keputusan resmi halal atau haram suatu produk. Hasil yang ditampilkan berupa status bantu seperti halal secara komposisi, syubhat, atau haram berdasarkan bahan yang terdeteksi oleh sistem, sehingga tidak menggantikan keputusan lembaga sertifikasi halal resmi.

g. Pemeliharaan Data Berisiko

Database bahan berisiko pada Supabase harus dapat diperbarui apabila terdapat penambahan atau perubahan referensi bahan. Kebutuhan ini diperlukan agar sistem tetap dapat dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan analisis komposisi pada tahap berikutnya.

h. Kejelasan Bahasa Antarmuka

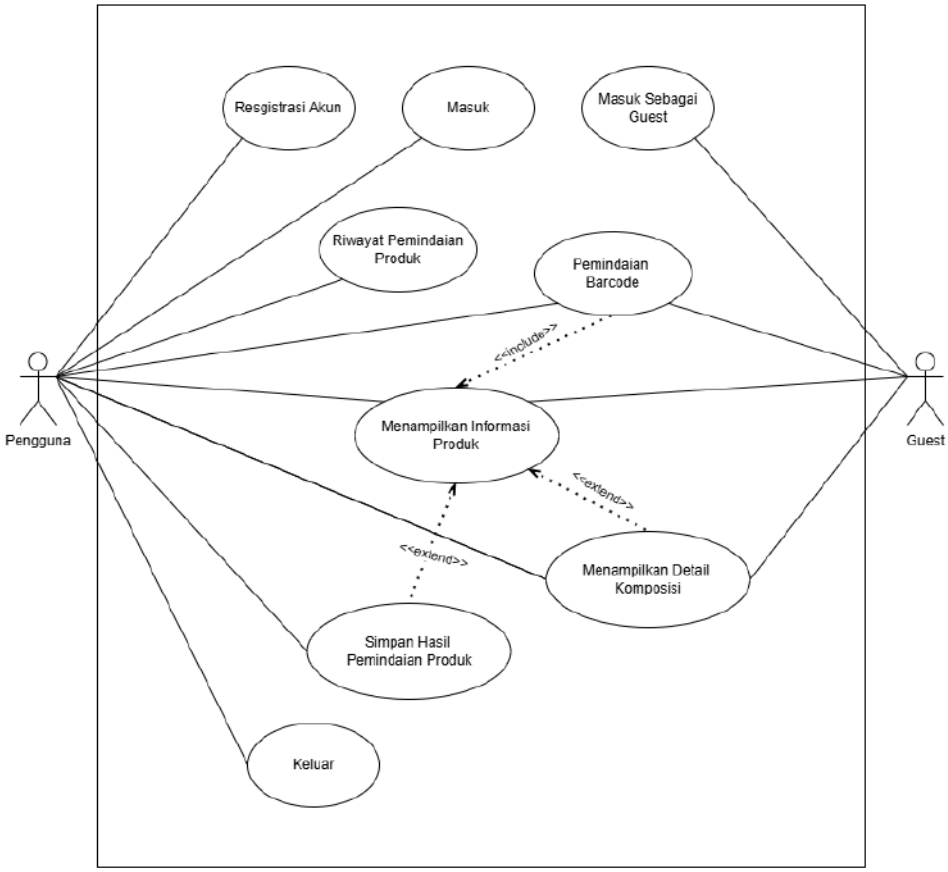
Sistem harus menampilkan informasi dalam bahasa yang mudah dipahami oleh pengguna. Komposisi bahan yang berasal dari bahasa asing perlu diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dengan tetap menjaga makna asli bahan, sehingga informasi yang ditampilkan tidak menimbulkan kesalahan pemahaman.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan lanjutan setelah proses analisis kebutuhan telah terpenuhi. Tahapan ini bertujuan menggambarkan interaksi pengguna dengan aplikasi, alur kerja sistem, struktur data, serta rancangan *database* yang mendukung proses identifikasi komposisi produk. Perancangan sistem disajikan melalui beberapa bagian, yaitu *use case* diagram, *activity* diagram, dan perancangan *database*, desain antarmuka pengguna. Setiap rancangan dibuat berdasarkan kebutuhan sistem yang telah dijelaskan pada tahapan sebelumnya, sehingga proses implementasi aplikasi dapat dilakukan secara lebih terarah.

3.3.1 *Use Case* Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem penelitian verifikasi kehalalanan komposisi. Diagram ini menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat dijalankan oleh pengguna sesuai dengan hak akses yang dimiliki dalam aplikasi.



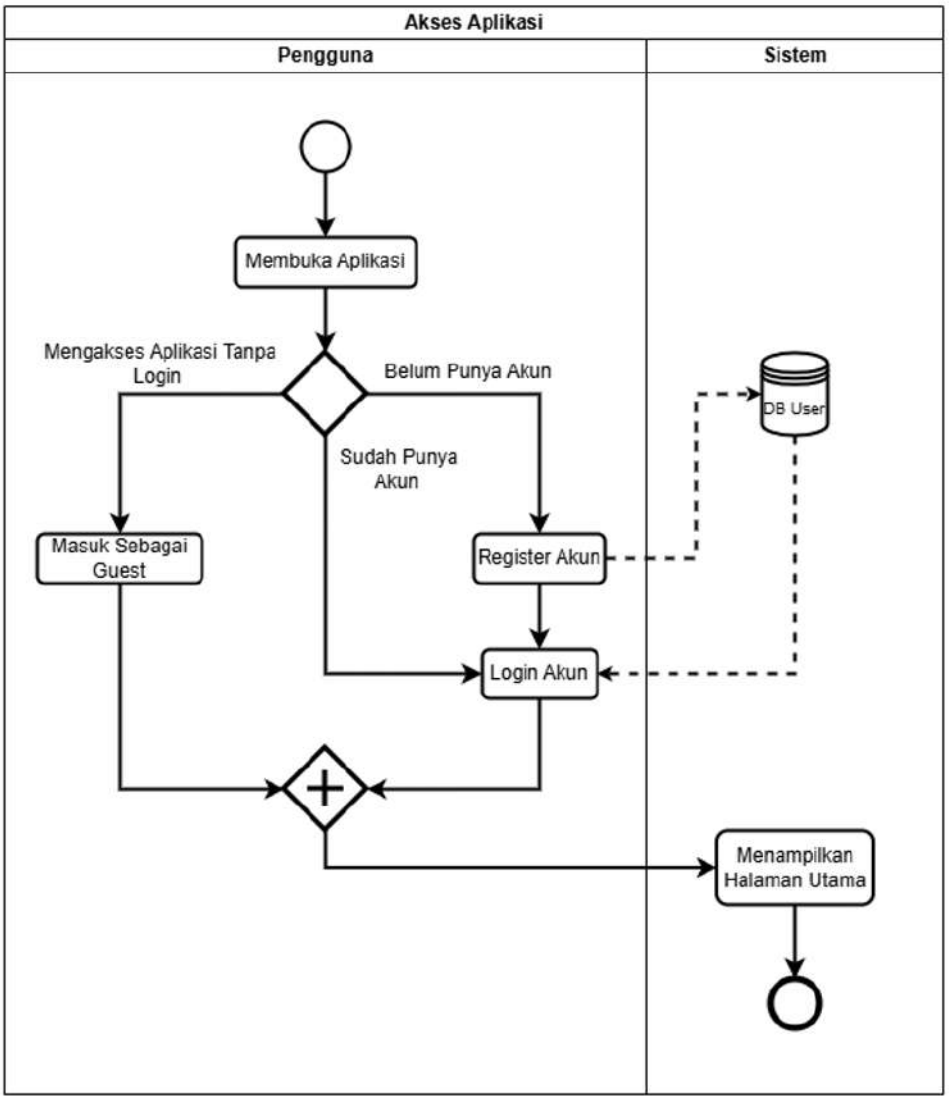
Gambar 3.2 *Use Case* Diagram

Proses *use case* diagram pada. Gambar 3.2. terdapat dua aktor yaitu pengguna dan *guest*. Pengguna merupakan *user* yang memiliki akun terdaftar pada sistem dan dapat mengakses seluruh fitur utama sistem, seperti pemindaian *barcode*, melihat informasi produk, melihat detail komposisi, menyimpan hasil pemindaian, dan mengakses riwayat pemindaian produk. Sementara itu, *guest* merupakan pengguna dengan akses sebagai tamu tanpa harus melakukan *login* terlebih dahulu. Hak akses pada aktor ini dibatasi pada akses pada fitur dasar yaitu pemindaian produk, detail komposisi, dan hasil informasi produk saja. Relasi pada *use case* diagram menunjukkan perbedaan hak akses antara pengguna terdaftar dan *guest*. Fitur penyimpanan hasil pemindaian dan riwayat pemindaian hanya dapat digunakan oleh pengguna terdaftar, sedangkan fitur pemindaian *barcode* dan penampilan informasi produk dapat

digunakan oleh kedua aktor. Dengan demikian, diagram ini memperlihatkan perbedaan akses antara pengguna terdaftar dan *guest* dalam menjalankan fungsi sistem.

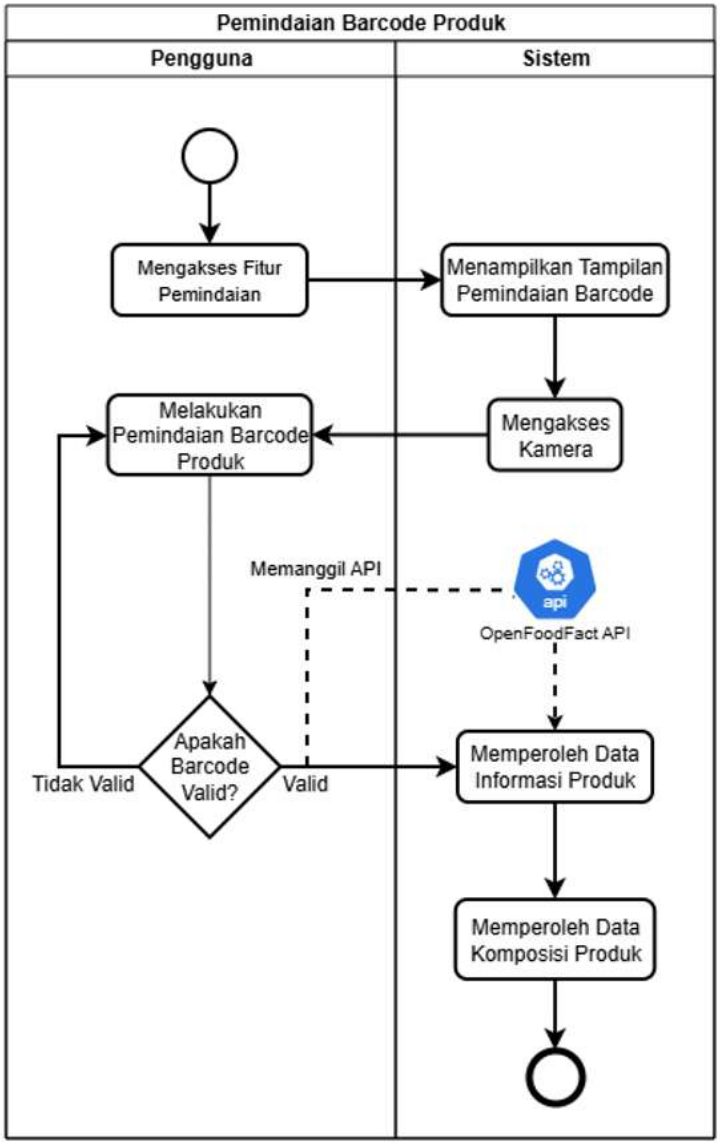
3.3.2 Activity Diagram

Activity diagram berfokus pada penggambaran alur kerja sistem berdasarkan aktivitas pengguna dan proses yang dilakukan oleh sistem. Diagram ini dibuat berdasarkan kebutuhan fungsional yang berkaitan dengan proses verifikasi komposisi produk, mulai dari akses awal aplikasi, pemindaian *barcode*, pengambilan data produk, hingga analisis kandungan komposisi. Pada penelitian ini, *activity* diagram dibagi menjadi tiga bagian agar setiap proses dapat dijelaskan secara lebih terstruktur sesuai tahapan penggunaan aplikasi.



Gambar 3.3 *Activity* Diagram Akses Aplikasi

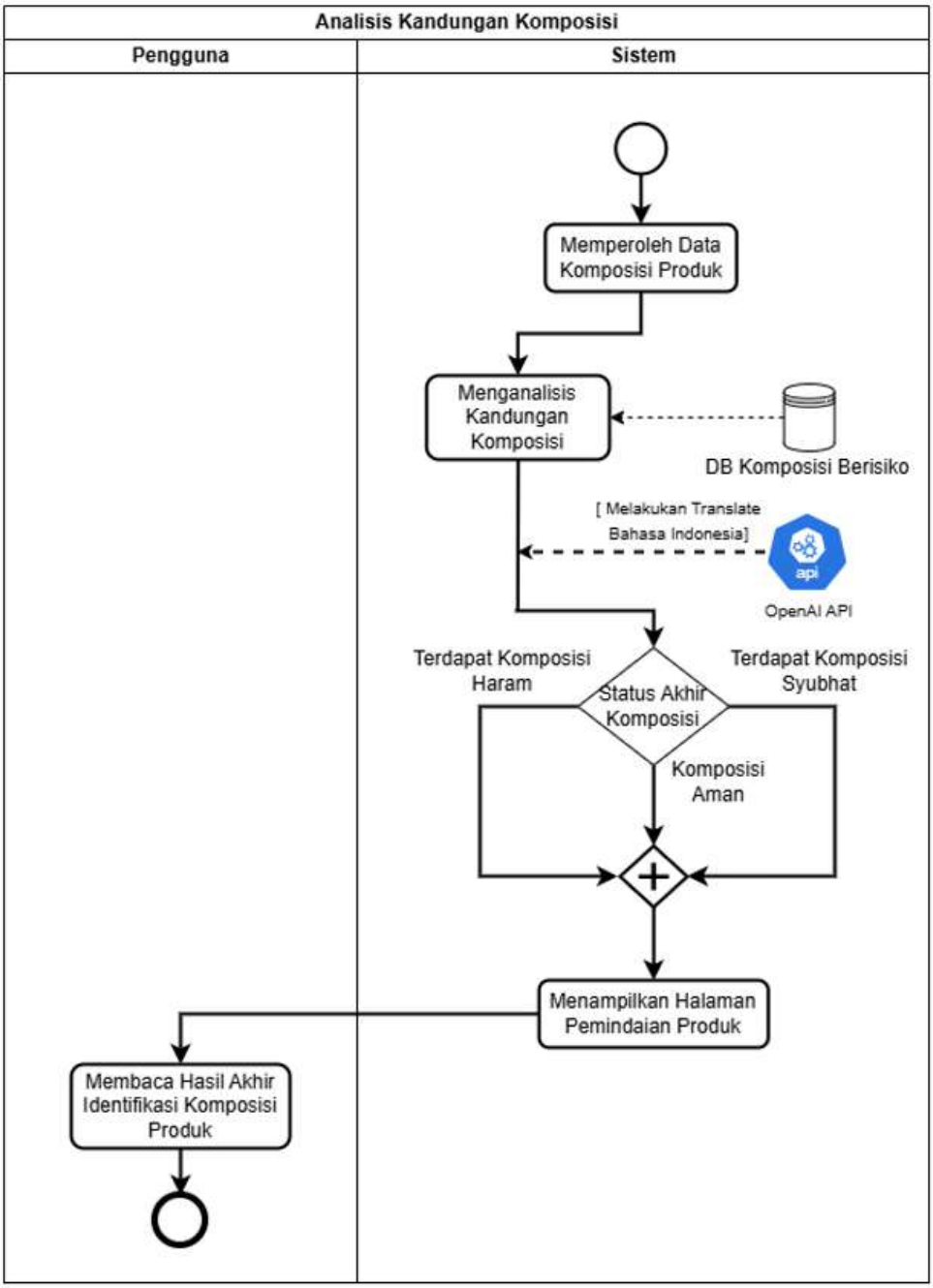
Gambar 3.3 merupakan aktivitas akses aplikasi yang menggambarkan alur pengguna ketika pertama kali membuka aplikasi. Proses dimulai saat pengguna menjalankan aplikasi, kemudian sistem memberikan pilihan akses.Pada kondisi pengguna belum memiliki akun, pengguna melakukan registrasi terlebih dahulu dan data akun akan diproses pada *database user*. Setelah registrasi berhasil, pengguna dapat melanjutkan proses *login*. Sementara itu, pengguna yang sudah memiliki akun dapat langsung melakukan *login*. Jika pengguna memilih akses tanpa *login*, sistem akan mengarahkan pengguna sebagai *guest*. Setelah salah satu jalur akses berhasil dilalui, sistem menampilkan halaman utama aplikasi.



Gambar 3.4 *Activity* Diagram Pemindaian *Barcode* Produk

Gambar 3.4 merupakan aktivitas pemindaian *barcode* produk yang menjelaskan proses pengguna dalam memperoleh data produk melalui fitur pemindaian. Pengguna mengakses fitur

scan barcode, kemudian sistem menampilkan halaman pemindaian dan mengaktifkan kamera perangkat. Setelah kamera aktif, pengguna melakukan pemindaian *barcode* pada produk makanan atau minuman kemasan. Sistem akan memeriksa validitas *barcode* yang terbaca. Jika *barcode* tidak valid, pengguna diarahkan untuk melakukan pemindaian ulang. Jika *barcode* valid, sistem memanggil OpenFoodFacts API untuk mengambil data informasi produk dan komposisi bahan. Setelah data komposisi produk berhasil diperoleh, proses dapat dilanjutkan ke tahap analisis kandungan komposisi.



Gambar 3.5 *Activity* Diagram Analisis Kandungan Komposisi

Gambar 3.5 merupakan aktivitas analisis kandungan komposisi yang menggambarkan proses sistem dalam mengolah data komposisi produk. Proses dimulai ketika sistem memperoleh data komposisi produk. Data komposisi yang diperoleh dari tahap pemindaian dianalisis dengan bantuan OpenAI API untuk mendukung penerjemahan atau penyesuaian bahasa. Kemudian, sistem melakukan analisis dengan mencocokkan kandungan komposisi dengan *database* komposisi berisiko dengan acuan identifikasi bahan yang masuk pada kategori haram atau syubhat. Hasil pencocokan digunakan untuk menentukan status akhir komposisi. Jika ditemukan bahan haram, sistem menampilkan status haram. Jika ditemukan bahan syubhat, sistem menampilkan status syubhat. Jika tidak ditemukan bahan berisiko, sistem menampilkan status halal secara komposisi. Hasil akhir kemudian ditampilkan kepada pengguna sebagai informasi mengenai bahan yang terdeteksi dan risiko komposisi produk berdasarkan data bahan yang dianalisis, bukan sebagai sertifikasi halal resmi.

3.3.3 Peran OpenAI

Demi keakuratan data dari OpenFoodFacts API, pemrosesan data komposisi ingredients_text sering tidak lengkap, tidak terstruktur, ditulis dalam bahasa asing, atau bahkan tidak tersedia sama sekali sehingga hanya foto komposisi kemasan (ingredients_image) yang dapat diakses. Kondisi tersebut menyebabkan diperlukannya peran OpenAI API sebagai layanan pendukung pada tahap pra-pemrosesan teks, yaitu ekstraksi, rekonsiliasi, dan penerjemahan data komposisi. Peran OpenAI API pada penelitian ini disebutkan pada tahapan berikut:

a. Ekstraksi Komposisi dan Verifikasi Visual dari Foto Kemasan

   Apabila foto komposisi (ingredients_image) tersedia dari OpenFoodFacts, sistem mengunduh foto tersebut ke perangkat terlebih dahulu dan mengirimkannya ke OpenAI API. Kemudian OpenAI API membaca panel komposisi pada foto melalui kemampuan vision (OCR) untuk mengekstraksi teks bahan apa adanya, sekaligus melakukan verifikasi identitas produk (kecocokan *barcode*, nama produk, dan tampilan kemasan) serta mendeteksi keberadaan logo halal yang terlihat secara visual pada foto. Sistem menetapkan instruksi tegas pada prompt yang melarang OpenAI API melakukan pencarian web atau menggunakan sumber di luar foto dan metadata yang dikirim.

b. Rekonsiliasi dan Normalisasi Dua Sumber Komposisi

   Setelah teks komposisi dari foto diperoleh, OpenAI API membandingkannya dengan ingredients_text dari OpenFoodFacts. Apabila foto komposisi tersedia dan cukup jelas,

hasil bacaan dari foto dijadikan sumber utama, sedangkan ingredients_text hanya menjadi pembanding. Pada tahap ini juga dilakukan pembersihan format, seperti penghapusan angka persentase/takaran dan simbol catatan kaki di belakang nama bahan, dengan tetap mempertahankan kode aditif atau e-number. Sebagai mekanisme pengaman, apabila hasil normalisasi dari OpenAI API mengurangi jumlah bahan dibandingkan sumber aslinya atau menghilangkan kode aditif yang seharusnya ada, sistem menolak hasil tersebut dan menggantinya dengan hasil pembersihan deterministik berbasis aturan (rule-based) tanpa AI, sehingga tidak ada bahan berisiko yang hilang secara tidak sengaja.

c. Penerjemahan Komposisi ke Bahasa Inggris untuk Pencocokan *Database*

Komposisi akhir hasil rekonsiliasi diterjemahkan ke bahasa Inggris oleh OpenAI API sebelum proses pencocokan ke *database* bahan berisiko dilakukan, karena variasi data komposisi global dominan menggunakan bahasa Inggris sebagai acuan penginputan data pada db_risk_ingredients dan db_risk_aliases. Penerjemahan dilakukan secara berindeks untuk menjaga urutan dan jumlah bahan tetap konsisten. Pada produk dengan komposisi panjang (lebih dari 20 bahan), proses penerjemahan dipecah menjadi beberapa kelompok kecil (maksimal 15 bahan per kelompok) agar tidak terjadi pemotongan hasil akibat keterbatasan panjang respons AI. Sistem memverifikasi bahwa jumlah bahan dan seluruh kode aditif pada hasil terjemahan tetap sama dengan sumbernya. Apabila tidak sesuai, sistem menolak hasil terjemahan dan menggunakan hasil normalisasi deterministik sebagai gantinya. Selanjutnya data tersebut dilakukan pencocokan pada *database* db_risk_ingredients dan db_risk_aliases pada Supabase untuk menentukan status akhir setiap bahan yang tidak melibatkan peran OpenAI API.

d. Penerjemahan Hasil Analisis ke Bahasa Indonesia untuk Tampilan Pengguna

Setelah status setiap bahan diperoleh, OpenAI API menerjemahkan kembali komposisi, metadata produk (jenis dan asal produk), poin-poin analisis, serta ringkasan hasil akhir ke dalam Bahasa Indonesia agar mudah dipahami oleh pengguna. Pada tahap ini, sistem memberikan instruksi eksplisit kepada OpenAI API untuk tidak mengubah status aman/syubhat/haram yang telah ditentukan, tidak menambahkan klaim sertifikasi halal resmi, dan hanya merapikan bahasa penyampaian.

3.3.4 *Rule-Based System*

Rule-based system digunakan sebagai logika pengambilan keputusan yang diterapkan oleh sistem. Penelitian ini menerapkan aturan penentuan status akhir dengan kehati-hatian dan

prioritas tingkat risiko berdasarkan input bahan yang terkandung pada suatu produk. Setiap bahan pada suatu produk akan memiliki status individual berupa halal, syubhat, atau haram hasil pencocokan dengan basis data risiko. Pada produk dengan komposisi campuran, yaitu produk yang mengandung lebih dari satu kategori bahan sekaligus, sistem memerlukan aturan yang jelas untuk menentukan satu status akhir produk secara menyeluruh. Sistem akan melakukan penerapan berupa, ketika satu bahan haram yang terdeteksi di antara sepuluh bahan lain yang aman akan tetap membuat status akhir produk menjadi haram, karena keberadaan satu bahan haram sudah cukup menjadikan produk tidak memenuhi kriteria kehalalan secara komposisi. Sebaliknya, produk yang seluruh bahannya aman atau tidak ditemukan bahan berisiko sama sekali akan berstatus halal.

Selain prioritas tingkat risiko, sistem juga mempertimbangkan dua kondisi tambahan yang relevan dengan kasus komposisi campuran, yaitu ketersediaan label sertifikasi halal resmi dari OpenFoodFacts dan ketersediaan data komposisi itu sendiri. Apabila pada suatu produk ditemukan bahan syubhat namun produk tersebut memiliki label atau sertifikasi halal resmi dari OpenFoodFacts, sistem mendahulukan informasi sertifikasi resmi tersebut sehingga status akhir menjadi halal. Sementara itu, apabila sistem tidak berhasil memperoleh data komposisi sama sekali, dari hasil pencocokan bahan yang dikenali, maka status akhir ditetapkan sebagai syubhat dengan keterangan bahwa data tidak dapat diverifikasi, bukan sebagai halal. Penentuan status akhir sistem disajikan pada *decision table* berdasarkan acuan pada subab 2.2.21 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel *Rule-Based* Sistem

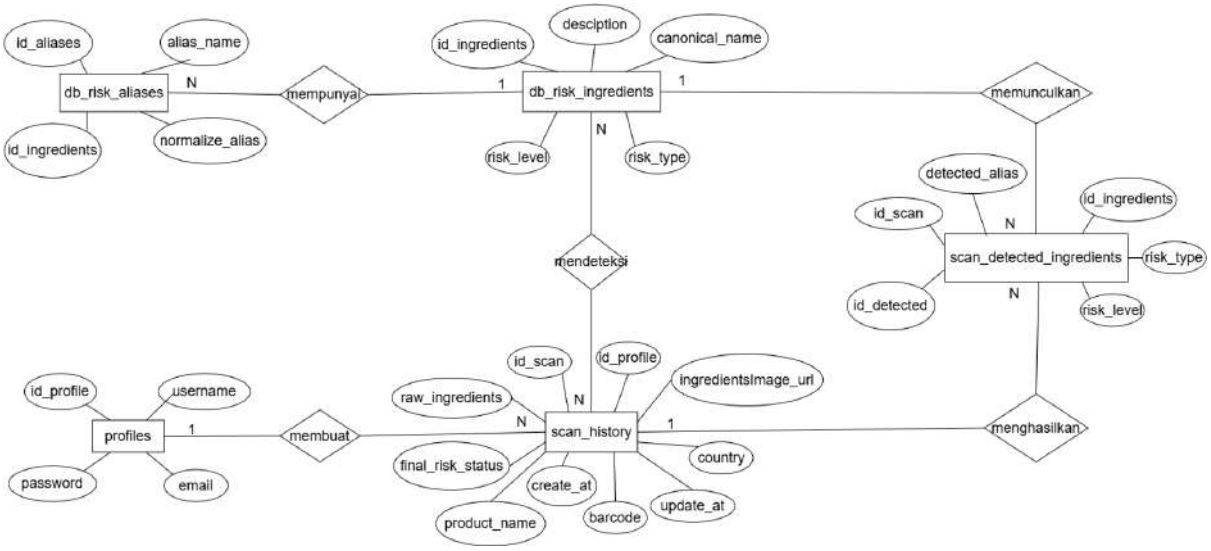
Kondisi	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**
Terdapat Bahan Haram	N	Y	N	N	-
Terdapat Bahan Syubhat	N	-	Y	Y	-
Tersedia Sertifikasi Halal	N	-	N	Y	-
Ketersedian Komposisi	Y	Y	Y	Y	N
Status Akhir	Halal	Haram	Syubhat	Halal	Syubhat

Tabel 3.1, menunjukkan 5 aturan (*rules*) yang disusun pada R1 hingga R5. Status Haram hanya dihasilkan pada R2, yaitu ketika bahan haram ditemukan meskipun bahan syubhat juga ditemukan dan sertifikasi tidak tersedia. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberadaan satu bahan haram sudah cukup untuk menentukan status akhir produk, sejalan dengan prinsip kehati-hatian pada sistem. Status syubhat dihasilkan pada dua kondisi yang berbeda

konteksnya, yaitu R3, ketika bahan syubhat ditemukan tanpa dukungan sertifikasi resmi, dan R5, ketika data komposisi produk tidak berhasil diperoleh sama sekali sehingga status tidak dapat diverifikasi. Adapun status Halal dihasilkan pada R1, ketika tidak ditemukan bahan haram maupun syubhat, dan pada R4, ketika bahan syubhat ditemukan namun produk memiliki sertifikasi halal resmi, sehingga sertifikasi tersebut diprioritaskan sebagai bukti resmi yang mengesampingkan status syubhat pada bahan.

3.3.5 Perancangan *Database*

Perancangan *database* merupakan tahap perencanaan struktur penyimpanan data yang dibutuhkan oleh sistem sebelum masuk ke tahap implementasi. Tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan entitas dan atribut data, tipe data setiap kolom, serta relasi antar tabel yang mendukung alur kerja sistem secara keseluruhan. *Database* dirancang untuk menyimpan data profil pengguna, riwayat pemindaian produk, bahan berisiko, variasi nama bahan, serta hasil bahan yang terdeteksi pada setiap proses pemindaian.



Gambar 3.6 *Entity Relationship* Diagram

Berdasarkan Gambar 3.6, menunjukkan Entity Relationship Diagram (ERD) sistem. ERD terdiri atas lima tabel utama, yaitu profiles, scan_history, scan_detected_ingredients, db_risk_ingredients, dan db_risk_aliases. Kelima tabel tersebut dirancang untuk mendukung proses pemindaian *barcode*, pencocokan komposisi produk, identifikasi bahan berisiko, serta penyimpanan riwayat hasil pemindaian pengguna.

Relasi antara tabel profiles dan scan_history bersifat *one-to-many*. Hal ini menandakan, satu pengguna dapat memiliki lebih dari satu riwayat pemindaian produk, sedangkan satu data

riwayat pemindaian hanya dimiliki oleh satu pengguna. Relasi ini ditunjukkan melalui atribut id_profile pada tabel scan_history.

Relasi antara tabel scan_history dan scan_detected_ingredients bersifat *one-to-many*. Satu riwayat pemindaian dapat menghasilkan lebih dari satu bahan berisiko yang terdeteksi pada komposisi produk. Sebaliknya, satu data bahan terdeteksi hanya berasal dari satu riwayat pemindaian.

Relasi antara tabel db_risk_ingredients dan db_risk_aliases bersifat *one-to-many*. Satu bahan berisiko dapat memiliki beberapa nama atau variasi penulisan pada label komposisi produk. Sebagai contoh, satu bahan dapat muncul dalam bentuk istilah bahasa Inggris, singkatan, istilah ilmiah, atau variasi penulisan lainnya.

Relasi antara tabel db_risk_ingredients dan scan_detected_ingredients juga bersifat *one-to-many*. Satu bahan berisiko dapat muncul pada banyak hasil pemindaian produk yang berbeda. Sebaliknya, satu data bahan terdeteksi pada tabel scan_detected_ingredients hanya merujuk pada satu bahan utama pada tabel db_risk_ingredients.

Relasi antara tabel scan_history dan db_risk_ingredients bersifat *many-to-many*. Satu hasil pemindaian dapat memiliki beberapa bahan berisiko yang terdeteksi, sedangkan satu bahan berisiko dapat muncul pada banyak hasil pemindaian produk. Relasi ini dihubungkan melalui tabel scan_detected_ingredients sebagai tabel perantara. Tabel tersebut menyimpan hubungan antara riwayat pemindaian produk dengan bahan berisiko yang ditemukan pada komposisi.

Berdasarkan relasi tersebut, setiap tabel dirancang dengan atribut yang disesuaikan dengan fungsi penyimpanan datanya. Struktur tabel memuat nama atribut, tipe data, serta keterangan penggunaan atribut. Atribut tersebut memiliki peran sebagai *primary key* dan *foreign key*. Struktur rancangan masing-masing tabel disajikan pada tabel berikut:

a. Tabel *profiles*

Tabel 3.2 Tabel *profiles*

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_profile	UUID	*Primary key* pengguna
2	username	TEXT	Nama pengguna pada aplikasi
3	email	TEXT	*Email* pengguna
4	password	TEXT	Kata sandi pengguna

Tabel profiles pada Tabel 3.2 digunakan untuk menyimpan data pengguna pada sistem. *Primary key* ditujukan pada id_profile. Data ini menjadi dasar untuk menghubungkan pengguna dengan riwayat pemindaian yang dilakukan.

b. Tabel *scan_history*

Tabel 3.3 Tabel *scan_history*

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_scan	UUID	*Primary key* riwayat pemindaian
2	id_profile	UUID	*Foreign key* yang terhubung ke tabel profiles
3	barcode	TEXT	Kode *barcode* produk yang dipindai
4	product_name	TEXT	Nama produk yang dipindai
5	country	TEXT	Negara asal atau sumber produk
6	raw_ingredients	TEXT	Komposisi bahan produk pada OpenFoodFacts API
7	ingredientsImage_url	TEXT	URL gambar komposisi dari kemasan produk pada OpenFoodFacts API
8	final_risk_status	TEXT	Status akhir hasil analisis komposis
9	create_at	TIMESTAMPTZ	Waktu data riwayat disimpan
10	update_at	TIMESTAMPTZ	Waktu pemindaian dilakukan

Tabel scan_history pada Tabel 3.3 digunakan untuk menyimpan riwayat pemindaian produk. *Primary key* ditujukan pada id_scan. Setiap data riwayat berisi informasi produk, komposisi, hasil analisis, dan waktu pemindaian. Tabel ini berelasi dengan *profiles* pada *foreign key* id_profile, sehingga setiap riwayat scan dapat diketahui pemiliknya.

c. Tabel *scan_detected_ingredients*

Tabel 3.4 Tabel *scan_detected_ingredients*

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_detected	UUID	*Primary key* data bahan terdeteksi
2	id_scan	UUID	*Foreign key* yang terhubung ke tabel scan_history
3	id_ingredients	UUID	*Foreign key* yang terhubung ke tabel db_risk_ingredients
4	detected_alias	TEXT	Nama bahan atau alias yang terdeteksi pada komposisi
5	risk_level	TEXT	Tingkat risiko bahan yang terdeteksi
6	risk_type	TEXT	Jenis resiko bahan yang terdeteksi

Tabel *scan_detected_ingredients* pada Tabel 3.4 digunakan untuk menyimpan bahan berisiko yang terdeteksi dari setiap riwayat pemindaian. *Primary key* ditujukan pada

id_detected. Tabel ini berfungsi sebagai tabel penghubung antara scan_history dengan *foreign key* id_scan dan db_risk_ingredients pada *foreign key* id_ingredients.

d. Tabel *db_risk_ingredients*

Tabel 3.5 Tabel *db_risk_ingredients*

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_ingredients	UUID	*Primary key* data bahan berisiko
2	canonical_name	TEXT	Nama bahan produk
3	risk_level	TEXT	Tingkat risiko bahan yang terdeteksi
4	risk_type	TEXT	Jenis resiko bahan yang terdeteksi
5	description	TEXT	Penjelasan bahan berisiko

Tabel db_risk_ingredients pada Tabel 3.5 digunakan untuk menyimpan data utama bahan berisiko. *Primary key* ditujukan pada id_ingredients. Data pada tabel ini menjadi acuan sistem dalam menentukan apakah suatu komposisi termasuk halal secara komposisi, syubhat, atau haram. Setiap bahan memiliki nama standar, tingkat risiko, jenis risiko, dan deskripsi pendukung.

e. Tabel *db_risk_aliases*

Tabel 3.6 Tabel *db_risk_aliases*

No	Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
1	id_aliases	UUID	*Primary key* data alias bahan
2	id_ingredients	UUID	*Foreign key* yang terhubung ke tabel db_risk_ingredients
3	alias_name	TEXT	Nama alias atau variasi penulisan bahan
4	normalize_alias	TEXT	Bentuk normalisasi dari nama alias yang dilakukan OpenAI API

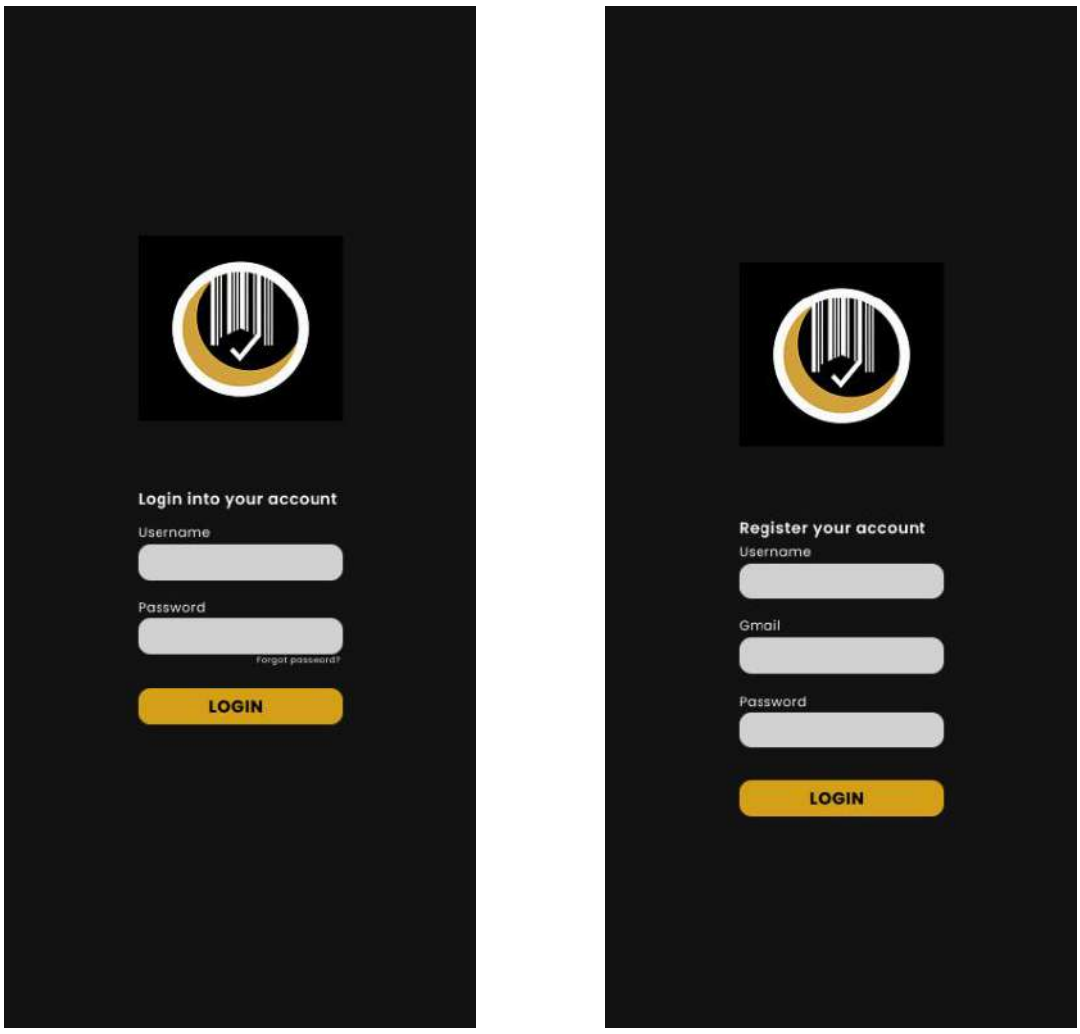
Tabel db_risk_aliases pada Tabel 3.6 digunakan untuk menyimpan variasi nama dari bahan berisiko. *Primary key* ditujukan pada id_aliases. Alias ini membantu sistem mengenali bahan yang sama meskipun ditulis dengan istilah, kode, atau bahasa yang berbeda pada label produk. Setiap alias terhubung dengan satu bahan utama pada tabel db_risk_ingredients dengan *foreign key* id_ingredients.

3.3.6 Desain Antarmuka Pengguna

Perancangan antarmuka pengguna dilakukan sebagai pedoman dalam penerapan *prototype* sistem pada penelitian ini. Tahap ini menggunakan Figma sebagai *tool* utama untuk merancang dan memvisualisasikan tampilan aplikasi secara menyeluruh. Perancangan

dilakukan sebelum tahap implementasi agar setiap fungsi sistem memiliki alur tampilan yang jelas dan mudah dipahami. Desain antarmuka disusun dengan memperhatikan prinsip kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, konsistensi tampilan, dan efektivitas interaksi pengguna dengan aplikasi. Perancangan antarmuka terdiri dari beberapa halaman utama dalam menjalankan fungsional sistem. Berikut merupakan desain tampilan yang telah dibuat:

a. Halaman Akses Aplikasi



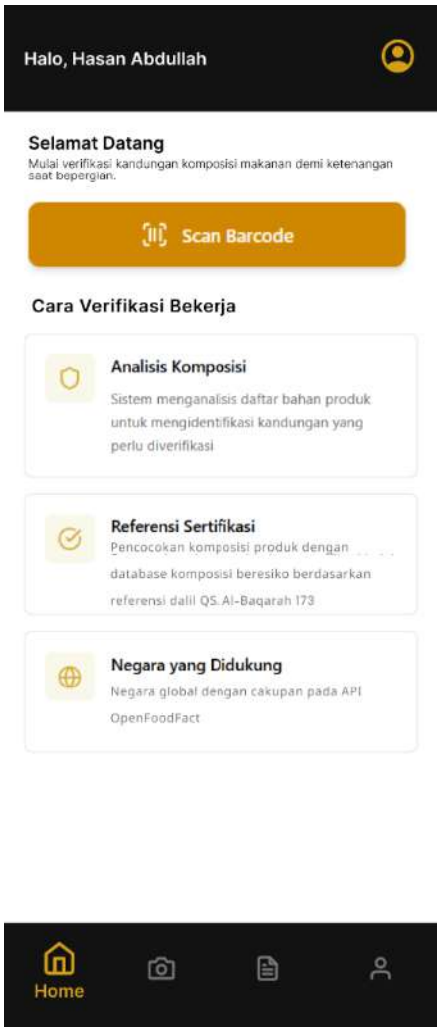
(a) (b)

Gambar 3.7 (a) Halaman *Login*, (b) Halaman Registrasi

Proses akses aplikasi dilakukan pada Gambar 3.7 Proses tersebut dilakukan oleh aktor pengguna terdaftar dan *guest* akun. Halaman *login* digunakan ketika pengguna terdaftar akan melakukan akses sistem ini dengan menyertakan *username* dan *password*. Halaman registrasi

dilakukan untuk mendaftarkan akun dengan mengisi data akun berupa *username*, *email*, dan *password*.

b. Halaman *Dashboard* Pengguna



Gambar 3.8 Halaman *Dasboard* Pengguna

Setelah dilakukan akses aplikasi, pengguna akan berpindah pada halaman *dashboard* pengguna yang dapat dilihat pada Gambar 3.8. Pada halaman ini, pengguna diberikan penjelasan mengenai informasi konten pada sistem ini bekerja. Informasi tersebut terdiri dari penjelasan analisis komposisi, dasar verifikasi, dan negara yang didukung. Bagian analisis komposisi menjelaskan bahwa sistem melakukan pemeriksaan berdasarkan daftar komposisi produk. Bagian dasar verifikasi menjelaskan bahwa proses identifikasi bahan mengacu pada *database* bahan berisiko dan sumber pendukung yang digunakan pada sistem. Sementara itu,

bagian negara yang didukung memberikan informasi bahwa cakupan produk bergantung pada ketersediaan data dari OpenFoodFacts API.

c. Halaman Pemeriksaan Produk



Gambar 3.9 Halaman Pemeriksaan Produk

Ketika penggunakan akan memeriksa produk, maka tampilan digunakan adalah pemindaian *barcode* yang dapat dilihat pada Gambar 3.9. Pada halaman ini, pengguna bisa melakukan pemeriksaan produk dengan 2 metode yaitu pemindaian *barcode* dan input manual. Langkah tersebut merupakan langkah awal sebelum pemeriksaan produk lebih lanjut.

d. Halaman Hasil Pemeriksaan

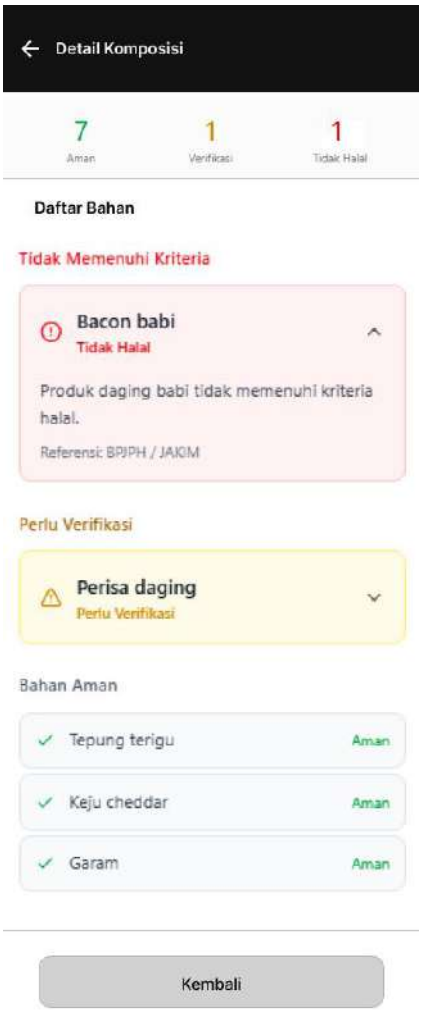


Gambar 3.10 Halaman Hasil Pemeriksaan

Halaman hasil pemeriksaan merupakan tampilan yang menampilkan informasi produk setelah pengguna melakukan pemeriksaan produk yang ditampilkan pada Gambar 3.10. Pada halaman ini, sistem menampilkan informasi dasar produk, seperti nama produk, kategori produk, kode *barcode*, tanggal pemindaian, serta status hasil pemeriksaan. Status pemeriksaan ditampilkan berdasarkan hasil analisis komposisi bahan yang dilakukan oleh sistem.

Pada bagian analisis produk, sistem memberikan ringkasan informasi terkait ketersediaan logo halal, hasil pemeriksaan bahan berdasarkan komposisi, serta peringatan apabila terdapat bahan yang perlu diperhatikan. Selain itu, halaman ini juga menampilkan ringkasan jumlah bahan berdasarkan kategori, yaitu bahan aman, bahan yang perlu diverifikasi, dan bahan yang tidak memenuhi kriteria. Pengguna juga dapat memilih tombol “Lihat Detail Komposisi” untuk melihat penjelasan bahan secara lebih rinci.

e. Halaman Detail Komposisi

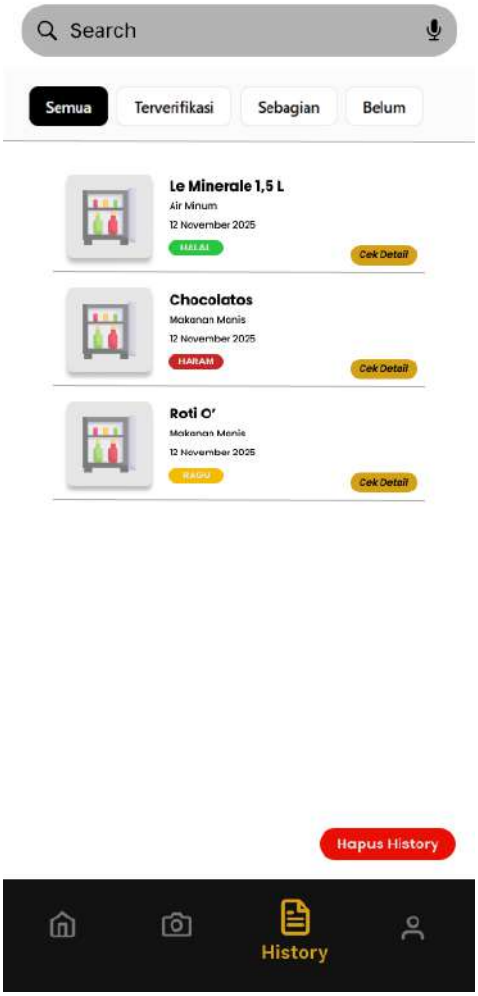


Gambar 3.11 Halaman Detail Komposisi

Halaman detail komposisi menampilkan daftar bahan berdasarkan hasil klasifikasi sistem yang dapat dilihat pada Gambar 3.11. Bahan dikelompokkan ke dalam kategori tidak halal, perlu verifikasi, dan bahan aman. Pada setiap kategori, sistem menampilkan nama bahan, status bahan, serta keterangan tambahan yang dapat membantu pengguna memahami risiko bahan tersebut. Tampilan ini dirancang agar pengguna dapat mengetahui bahan apa saja yang terdeteksi dan alasan bahan tersebut masuk ke dalam kategori tertentu.

Perancangan halaman hasil pemeriksaan dan detail komposisi bertujuan untuk memberikan informasi yang lebih jelas kepada pengguna sebelum mengonsumsi produk. Informasi yang ditampilkan bersifat sebagai pemeriksaan awal berdasarkan komposisi produk, sehingga tidak menggantikan sertifikasi halal resmi dari lembaga yang berwenang.

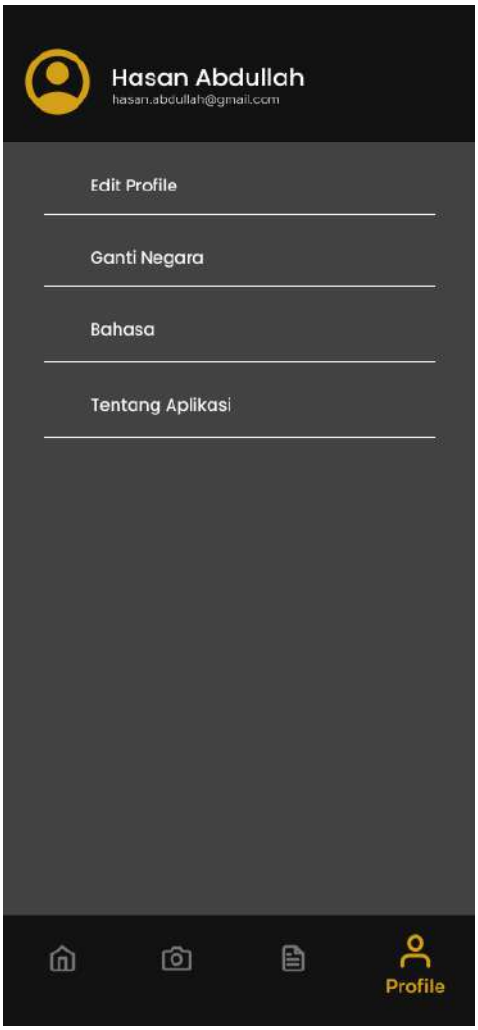
f. Halaman Riwayat Pemindaian



Gambar 3.12 Halaman Riwayat Pemindaian

Halaman riwayat pemindaian menampilkan daftar produk apa saja yang pernah diperiksa oleh pengguna. Gambar 3.12 menunjukkan bahwa fitur tersebut dapat mempermudah pengguna untuk melihat kembali hasil pemeriksaan produk tanpa harus melakukan pemindaian ulang. Namun, fitur ini hanya dapat digunakan bagi pengguna yang terdaftar.

g. Halaman Akun Pengguna



Gambar 3.13 Halaman Akun Pengguna

Halaman akun pengguna merupakan tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi profil pengguna dan beberapa pengaturan aplikasi. Pada Gambar 3.13, bagian atas halaman sistem menampilkan identitas pengguna berupa ikon profil, nama pengguna, dan alamat email yang terdaftar. Informasi ini digunakan untuk menunjukkan akun yang sedang aktif pada aplikasi. Pada halaman ini, terdapat beberapa pengaturan yang dapat disesuaikan tentang kebutuhan pengguna dan informasi umum mengenai aplikasi dan tujuan pengembangannya.

3.4 Skenario Implementasi Aplikasi

Pada tahap ini, implementasi dilakukan berdasarkan analisis perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pengembangan aplikasi dilakukan pada Visual Studio Code dengan

tools utama Flutter dan Dart dalam melakukan proses *coding*. Flutter digunakan sebagai *framework* pengembangan aplikasi *mobile* dan Dart sebagai bahasa pemrograman utama. Bagian *frontend* dibangun untuk menampilkan fitur-fitur aplikasi. Pada tahapan *backend*, Supabase digunakan sebagai *database* untuk menyimpan data pengguna, riwayat pemindaian, serta kamus bahan berisiko yang digunakan dalam proses identifikasi komposisi. *Database* tersebut berisi daftar bahan yang berpotensi masuk ke dalam kategori syubhat dan haram, termasuk variasi nama atau alias bahan agar proses pencocokan dapat berjalan lebih fleksibel.

Dalam skenario penggunaannya, sistem menyediakan dua jenis hak akses yang menentukan batasan interaksi pengguna dengan aplikasi, yaitu pengguna terdaftar dan pengguna tamu (*guest*). Setiap jenis pengguna memiliki akses fitur utama yang meliputi pemindaian *barcode*, penampilan hasil informasi produk, dan analisis komposisi disetiap pemindaian yang berlangsung. Sementara itu akses tersebut dibatasi pada data hasil pemindaian tidak dapat disimpan ke dalam *database* riwayat sistem.

Proses pemindaian *barcode* diimplementasikan menggunakan MLKit. Pada tahap ini, kamera perangkat digunakan untuk membaca kode barcode pada produk makanan atau minuman kemasan. Format *barcode* yang diproses dibatasi pada EAN-13. Pembatasan ini dilakukan agar sistem hanya memproses *barcode* produk yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Secara umum, fungsi pemindaian *barcode* bekerja dengan memeriksa hasil pembacaan dari kamera. Jika *barcode* valid, sistem menghentikan proses pembacaan sementara agar *barcode* yang sama tidak diproses berulang, kemudian mengirimkan nilai *barcode* tersebut ke fungsi pengontrol. Contoh alur implementasi antarmuka pemindaian *barcode* yang berjalan yang dapat dilihat pada potongan kode berikut:

```
child: MobileScanner(
  controller: controller.scannerService.controller,
  onDetect: (capture) {
    if (_isProcessing || _navigated) return;

    final barcodes = capture.barcodes;
    if (barcodes.isEmpty) return;

    final barcode = barcodes.first.rawValue;
    if (barcode != null && barcode.isNotEmpty) {
      _isProcessing = true;
      controller.handleDetectedBarcode(barcode);
    }
  },
), // MobileScanner
```

Gambar 3.14 Kode Proses Pemindaian *Barcode*

Gambar 3.14 menunjukkan proses setelah *barcode* berhasil diperoleh dan divalidasi, sistem melakukan pengambilan data produk melalui OpenFoodFacts API. *Barcode* digunakan sebagai parameter pencarian untuk memperoleh data produk yang sesuai. Proses ini dikelola oleh pengontrol yang bertugas mengirimkan permintaan ke server dan menangani berbagai kondisi respons, seperti saat produk ditemukan, produk tidak terdaftar, atau terjadinya gangguan koneksi jaringan. Data yang diambil meliputi nama produk, komposisi bahan, gambar produk, dan negara asal produk. Contoh alur implementasi fungsi pengontrol untuk penarikan data produk digambarkan pada potongan kode berikut:

```
OpenFoodFactsService({http.Client? client})
  : _client = client ?? http.Client();

/// Fetch product data dari Open Food Facts API
Future<ScanResult> fetchProduct(String barcode) async {
  try {
    final url = Uri.parse(ApiConfig.productUrl(barcode));

    final response = await _client
        .get(url, headers: ApiConfig.offHeaders)
        .timeout(ApiConfig.timeout);

    if (response.statusCode == 200) {
      final data = json.decode(response.body);

      if (data['status'] == 0 || data['product'] == null) {
        throw ProductNotFoundException(
          'Product with barcode $barcode not found',
        );
      }
```

Gambar 3.15 Kode Pengambilan Data Produk

Gambar 3.15 menjelaskan bahwa kode bertugas melakukan permintaan HTTP (HTTP *request*) secara langsung ke OpenFoodFacts. Respons yang diterima dalam format JSON kemudian divalidasi kelengkapannya. Sistem secara spesifik mengevaluasi status balasan; apabila data mengembalikan status 0 atau entitas produk bernilai *null*, sistem secara otomatis memicu pengecualian (*exception*) yang menandakan bahwa produk tidak ditemukan.

3.5 Skenario Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan setelah sistem selesai diimplementasikan menjadi aplikasi. Tahapan ini berisikan skenario pengujian pada segi fungsionalitas sistem dan *end user* sistem.

3.5.1 Skenario *Black Box Testing*

Tahap ini dilakukan evaluasi fungsional hasil implementasi menggunakan metode *black box testing* dengan pendekatan *Equivalence Partitioning* (EP). Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem berdasarkan input dan output yang dihasilkan dari segi tampilan sistem. Pendekatan EP digunakan untuk membagi kondisi pengujian ke dalam kelas ekuivalen, yaitu kondisi sesuai dan kondisi tidak sesuai.

Tabel 3.7 Pengujian Akses Aplikasi

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-01	*Login* dengan email dan password yang telah terdaftar.	Sistem memberikan akses kepada pengguna yang telah terdaftar.	
EP-02	Registrasi akun baru dengan pengisian data formulir yang lengkap.	Sistem membaca data registrasi pengguna baru.	
EP-03	Masuk sebagai pengguna tamu (*Guest*) untuk fitur dasar.	Sistem memberikan akses kepada pengguna tamu.	
EP-04	*Login* dengan *email* tidak terdaftar atau *password* salah.	Sistem menolak akses kepada pengguna yang belum terdaftar.	
EP-05	Registrasi dengan kolom kosong atau *email* sudah terpakai.	Sistem menolak akses *email* kosong dan *email* ganda pada aplikasi ini.	
EP-06	*Login* dengan salah penulisan pada *email* terdaftar.	Sistem menolak akses dan memberikan notifikasi pengguna belum terdaftar	

Tabel 3.8 Pengujian Pemindaian *Barcode*

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-07	Memindai *barcode* produk dengan format EAN-13 yang terbaca oleh kamera.	Sistem berhasil membaca *barcode* melalui kamera dan melanjutkan proses pencarian data produk.	
EP-08	Memasukkan kode *barcode* EAN-13 secara manual dengan format 13-digit angka.	Sistem menerima input manual dan memproses kode *barcode* sesuai format EAN-13.	
EP-09	*Barcode* sesuai dan produk ditemukan pada OpenFoodFacts API.	Sistem berhasil mengambil data produk dari OpenFoodFacts API.	
EP-10	Pengguna memasukkan *barcode* mengandung huruf, atau simbol.	Sistem menolak input dan menampilkan pesan bahwa barcode harus berupa 13-digit angka.	
EP-11	*Barcode* sesuai tetapi OpenFoodFacts API gagal diakses karena koneksi atau gangguan layanan.	Sistem menampilkan pesan bahwa data produk belum dapat diakses karena kendala koneksi atau layanan API.	
EP-12	*Barcode* sesuai tetapi komposisi produk tidak terdaftar pada OpenFoodFacts API.	Sistem tetap menampilkan informasi produk yang tersedia dan memberikan keterangan *unknown product*.	

Tabel 3.9 Pengujian Informasi Produk

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-13	Menampilkan informasi produk, status komposisi produk, analisis dan detail komposisi dalam terjemahan bahasa Indonesia	Sistem menampilkan informasi produk, status komposisi, hasil analisis, dan detail komposisi dalam bahasa Indonesia.	
EP-14	Menampilkan rincian bahan beserta label risikonya (Aman/Syubhat/Haram).	Sistem menampilkan rincian bahan dan memberi label risiko sesuai hasil pencocokan komposisi.	
EP-15	Koneksi terputus saat memproses pencocokan ke Supabase atau OpenAI.	Sistem menghentikan proses analisis dan menampilkan pesan bahwa pencocokan gagal.	
EP-16	Produk ditemukan namun tidak memiliki data komposisi teks maupun foto komposisi bahan.	Sistem menampilkan informasi bahwa komposisi produk belum tersedia dan tidak memberikan hasil analisis yang menyesatkan.	
EP-17	Sistem gagal menampilkan hasil analisis karena data produk atau komposisi tidak dapat diproses.	Sistem menampilkan pesan kegagalan analisis dan meminta pengguna mencoba kembali atau memeriksa produk lain.	
EP-18	Komposisi produk mengandung bahan yang terdaftar pada *database* bahan berisiko.	Sistem menampilkan bahan yang terdeteksi dan memberikan status risiko sesuai kategori bahan.	
EP-19	Bagian analisis produk menampilkan asal hasil komposisi diperoleh, analisis logo halal, dan bahan berisiko yang terdeteksi.	Sistem menampilkan analisis produk secara dinamis berdasarkan data produk, komposisi, *database* bahan berisiko, dan hasil pemrosesan sistem.	
EP-20	Deskripsi analisis komposisi menampilkan pemahaman informasi dalam bahasa Indonesia.	Sistem menampilkan deskripsi komposisi dalam bahasa Indonesia	

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
		agar dapat dipahami oleh pengguna sasaran.	

Tabel 3.10 Pengujian Tampilan Penyimpanan dan Riwayat Pemindaian

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-21	Pengguna terdaftar menekan tombol simpan pemindaian produk.	Sistem berhasil menyimpan hasil pemindaian ke riwayat akun pengguna.	
EP-22	Pengguna *guest* mencoba menyimpan data atau membuka menu riwayat.	Sistem membatasi akses penyimpanan dan riwayat, kemudian mengarahkan pengguna untuk *login*.	
EP-23	Pengguna terdaftar mengakses riwayat pemindaian produk.	Sistem menampilkan daftar riwayat pemindaian yang tersimpan pada akun pengguna.	

Tabel 3.11 Pengujian *Logout* Aplikasi

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-24	Pengguna terdaftar melakukan *logout* aplikasi.	Sistem memberikan akses pengguna keluar aplikasi yang ditujukan ke halaman *login*.	
EP-25	Pengguna *guest* melakukan *logout* aplikasi.	Sistem memberikan akses pengguna guest keluar aplikasi yang ditujukan ke halaman *login*.	

Berdasarkan Tabel 3.7 sampai Tabel 3.11, skenario yang digunakan untuk menguji kondisi ketika sistem menerima input yang sesuai aturan, sedangkan skenario tidak sesuai digunakan untuk menguji respons sistem terhadap kesalahan input, keterbatasan hak akses, kegagalan API, atau data yang tidak dapat diproses. Skenario yang diuji meliputi akses aplikasi, pemindaian *barcode*, penampilan informasi produk, penyimpanan dan riwayat pemindaian, serta *logout* aplikasi.

Pengujian ditentukan dengan membandingkan output aktual sistem dengan output yang diharapkan. Skenario dinyatakan sesuai apabila sistem berhasil menerima *input* sesuai atau menolak *input* tidak sesuai dengan respons yang tepat. Sebaliknya, skenario dinyatakan tidak sesuai apabila terdapat penyimpangan output atau fitur tidak berjalan sesuai rancangan. Pola evaluasi ini sejalan dengan penerapan EP yang membandingkan hasil aktual terhadap ekspektasi sistem. Hasil pengujian ditampilkan pada bab 4 setelah dilakukan pengujian aplikasi yang telah diimplementasikan.

3.5.2 Skenario *Usability Testing*

Pengujian ini diawali dengan menetapkan calon responden berjumlah minimal 30 responden, hal ini dirasa cukup dalam menentukan keakuratan data pengujian (Faulkner, 2003).

Pada tahap ini, calon responden yang telah ditentukan dengan beberapa persona tertentu untuk mengevaluasi tingkatan kegunaan dari hasil pengembangan sistem ini. Tabel 3.12 menunjukkan persona calon responden yang digunakan dalam pengujian aplikasi.

Tabel 3.12 Persona Calon Responden Aplikasi

No	Jenis Persona	Dasar Pemilihan
1	TKI	Pekerja Imigran Indonesia di luar negeri dalam waktu tertentu.
2	Mahasiswa *Abroad*	Studi, pertukaran pelajar, atau tinggal sementara di luar negeri.
3	Traveler	Perjalanan singkat ke luar negeri untuk wisata,
4	Konsumen produk makanan dan minuman impor	Sebagai konsumen produk luar negeri dengan minim penjelasan tentang kehalalan produk.

Pemilihan 4 persona tersebut dinilai mewakili sample dalam pengguna Muslim Indonesia dengan paparan produk makanan/minuman luar negeri sebagai *end user* sistem. Pada skenario pengujian aplikasi, setiap persona akan diberikan berkaitan dengan kriteria yang dialami oleh responden. Oleh karena itu, persona pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan situasi dalam menghadapi produk dengan keterbatasan informasi dan paparan produk kemasan dari negara mayoritas non-Muslim. Pembagian ini dilakukan karena keempat persona tersebut memiliki keterkaitan langsung dengan masalah penelitian dan tugas utama aplikasi, yaitu memindai *barcode*, membaca komposisi produk, memahami kandungan bahan, dan memperoleh informasi awal mengenai risiko kehalalan komposisi produk makanan kemasan.

Setelah responden mencoba *prototype* aplikasi, responden diminta mengisi pertanyaan dengan adaptasi dari *USE Questionnaire*. Setiap jawaban responden diberi skor berdasarkan skala likert, yaitu Sangat Tidak Setuju (1), Tidak Setuju (2), Kurang Setuju (3), Netral (4), Cukup Setuju (5), Setuju (6), dan Sangat Setuju (7). Penelitian oleh Gao et al. (2018) sebagai acuan dalam membuat pertanyaan *USE Questionnaire*, diperoleh hasilnya sebagai berikut:

Tabel 3.13 Pertanyaan *USE Questionnaire*

Kategori	Pertanyaan	STS (1)	TS (2)	KS (3)	N (4)	CS (5)	S (6)	SS (7)
Usefulness (Kegunaan)	Aplikasi ini membantu saya memeriksa komposisi produk makanan kemasan secara lebih efektif.							
	Aplikasi ini membantu saya lebih produktif dalam mencari informasi bahan produk.							
	Aplikasi ini sangat berguna bagi saya.							

Kategori	Pertanyaan	STS (1)	TS (2)	KS (3)	N (4)	CS (5)	S (6)	SS (7)
	Aplikasi ini memberi saya kendali lebih besar dalam memilih produk makanan yang aman dikonsumsi.							
	Aplikasi ini membuat proses pemeriksaan status bahan (aman/syubhat/haram) menjadi lebih mudah diselesaikan.							
	Aplikasi ini menghemat waktu saya saat ingin mengetahui isi komposisi produk.							
	Aplikasi ini memenuhi kebutuhan saya akan kejelasan identitas dan kandungan produk.							
	Aplikasi ini melakukan semua hal yang saya harapkan (pemindaian dan identifikasi bahan).							
Ease of Use (Kemudahan Pengguna)	Aplikasi ini mudah digunakan.							
	Aplikasi ini sederhana untuk dioperasikan.							
	Aplikasi ini ramah digunakan oleh pengguna (*user-friendly*).							
	Aplikasi ini membutuhkan sedikit langkah (pindai/input) untuk menampilkan hasil identifikasi produk.							
	Aplikasi ini fleksibel untuk digunakan dalam berbagai situasi saat memeriksa produk.							
	Menggunakan aplikasi ini (baik memindai maupun melihat riwayat) tidak memerlukan banyak usaha.							
	Saya dapat menggunakan aplikasi ini dengan baik tanpa membutuhkan instruksi tertulis yang rumit.							
	Saya tidak menemukan adanya ketidakkonsistenan/kejanggalan alur saat menggunakan aplikasi ini.							
	Baik pengguna sesekali maupun pengguna yang beberapa kali mencoba akan menyukai cara kerja aplikasi ini.							
	Saya dapat memperbaiki kesalahan (seperti salah memindai atau salah input manual) dengan cepat dan mudah.							
	Saya dapat berhasil mendapatkan informasi identifikasi produk dengan sukses setiap kali menggunakannya.							

Kategori	Pertanyaan	STS (1)	TS (2)	KS (3)	N (4)	CS (5)	S (6)	SS (7)
Easy of Learning (Kemudahan Mempelajari)	Saya belajar menggunakan aplikasi ini dengan cepat.							
	Saya dengan mudah mengingat langkah-langkah penggunaan aplikasi ini.							
	Aplikasi ini sangat mudah dipelajari cara penggunaannya.							
	Saya dengan cepat menjadi mahir dan terampil dalam mengoperasikan aplikasi ini.							
Satisfaction (Kepuasan Pengguna)	Saya merasa puas dengan aplikasi pemeriksaan komposisi produk ini.							
	Saya bersedia merekomendasikan aplikasi ini kepada orang lain.							
	Aplikasi ini menyenangkan untuk digunakan.							
	Aplikasi ini bekerja persis seperti yang saya inginkan.							
	Aplikasi ini memiliki manfaat yang luar biasa.							
	Saya merasa perlu untuk memiliki aplikasi ini di ponsel saya sebagai alat bantu harian.							
	Aplikasi ini sangat nyaman dan memuaskan untuk digunakan.							

Pernyataan Tabel 3.13 disusun terdiri dari empat aspek, yaitu *Usefulness* atau kegunaan, *Ease of Use* atau kemudahan penggunaan, *Ease of Learning* atau kemudahan mempelajari, dan *Satisfaction* atau kepuasan pengguna. *USE Questionnaire* digunakan untuk menilai *usability* aplikasi berdasarkan persepsi pengguna setelah mencoba sistem. Penelitian (Sufandi et al., 2022) menjelaskan bahwa *USE Questionnaire* digunakan untuk mengetahui penerimaan pengguna terhadap aplikasi berdasarkan aspek kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan mempelajari, dan kepuasan pengguna. Hasil pengujian ditampilkan pada bab 4 setelah dilakukan pengujian aplikasi oleh pengguna setelah mengisi kuisioner.

3.5.2.1 Uji Instrumen

Uji instrumen dilakukan untuk memastikan bahwa pertanyaan dalam kuesioner layak digunakan sebagai alat pengumpulan data *usability*. Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan berupa *USE Questionnaire* yang terdiri dari empat aspek, yaitu *Usefulness*, *Ease of Use*, *Ease of Learning*, dan *Satisfaction*. Sebelum hasil kuesioner digunakan untuk menarik

kesimpulan, setiap butir pertanyaan perlu diuji terlebih dahulu melalui uji validitas dan uji reliabilitas.

a. Uji Validitas

Pengujian validitas dilakukan menggunakan teknik *Pearson Product Moment* dengan bantuan SPSS. Teknik ini bekerja dengan cara mengorelasikan skor setiap butir pertanyaan dengan skor total jawaban responden. Suatu butir pertanyaan dinyatakan valid apabila nilai r-hitung lebih besar daripada r-tabel pada taraf signifikansi 5% atau 0,05. Sebaliknya, apabila nilai r-hitung lebih kecil daripada r-tabel, maka butir pertanyaan dinyatakan tidak valid karena dianggap belum mampu merepresentasikan aspek yang diukur.

b. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen dalam mengukur usability aplikasi. Instrumen dapat dikatakan reliabel apabila jawaban responden terhadap butir-butir pertanyaan menunjukkan konsistensi yang baik. Pada penelitian ini, uji reliabilitas dilakukan menggunakan nilai Cronbach's Alpha dengan bantuan SPSS. Cronbach's Alpha digunakan untuk melihat tingkat keandalan instrumen secara keseluruhan maupun pada setiap aspek yang diukur.

Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0,60. Apabila nilai Cronbach's Alpha berada di atas batas tersebut, maka butir pertanyaan dalam instrumen dianggap layak digunakan untuk mengukur *usability* aplikasi. Sebaliknya, apabila nilai Cronbach's Alpha lebih kecil dari 0,60, maka instrumen perlu ditinjau kembali karena belum menunjukkan tingkat konsistensi yang cukup.

3.5.3 Skenario Pengujian oleh Pakar

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat kesesuaian antara hasil klasifikasi status komposisi berupa halal, syubhat, dan haram yang dihasilkan sistem dengan penilaian pakar di bidang kehalalan produk yaitu Majelis Ulama Indonesia (MUI). Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh penilaian ahli terhadap kesesuaian kaidah dan syariat Islam yang diterapkan pada logika klasifikasi sistem, serta mengukur tingkat akurasi hasil akhir yang ditampilkan sistem setelah proses pemindaian *barcode* produk.

Pengujian pakar melibatkan satu orang pakar dari MUI Kabupaten Banjarnegara dengan jabatan Sekretaris Umum. Pemilihan pakar didasarkan pada kewenangan dan pengalaman jabatan tersebut dalam proses penetapan status kehalalan produk di wilayah kerja MUI setempat, sehingga penilaian yang diberikan dapat dijadikan acuan (*ground truth*) dalam

pengujian akurasi sistem. Pengujian dilakukan dengan metode tatap muka dengan melakukan pemindaian produk yang bervariasi dengan cakupan ketiga klasifikasi hasil status komposisi, mencakup komposisi campuran yang memiliki potensi ambigu. Beberapa skenario uji produk ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 3.14 Daftar Produk Skenario Akurasi Pakar

No	Nama Produk	Kesesuaian Komposisi	Hasil Sistem	Penilaian Pakar	Keterangan
1	Indomie Mi Goreng				
2	Le Pâté Hénaff				
3	Teh Pucuk Harum				
4	Sari Gandum				
5	Nasi Goreng Poll Pedas				
6	Perly				
7	Rillettes du Mans La véritable				
8	Petit salé aux lentilles vertes				
9	Pocari Sweat				
10	Mousse au chocolat au lait				
11	Rôti de Porc				
12	Herta Le Bon Paris				

Pada Tabel 3.14, skenario uji dipilih untuk mewakili empat kategori yaitu produk dengan komposisi murni halal, produk mengandung bahan syubhat, produk mengandung bahan haram, dan produk dengan kondisi *edge-case* seperti komposisi tidak tersedia atau data tidak lengkap. Pakar diminta memberikan penilaian independen terhadap status komposisi setiap produk uji berdasarkan daftar bahan yang ditampilkan sistem, tanpa mengetahui hasil klasifikasi sistem terlebih dahulu, sehingga penilaian tidak bias terhadap keluaran sistem. Hasil perbandingan antara klasifikasi sistem dan penilaian pakar disusun dalam bentuk *confusion matrix* 3x3 untuk mengidentifikasi distribusi kesesuaian dan ketidaksesuaian klasifikasi. C*onfusion matrix* tersebut dilakukan perhitungan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan F1-*score* berdasarkan data uji dan hasil pengujian pakar ditampilkan lebih lanjut pada subbab 4.2.3.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

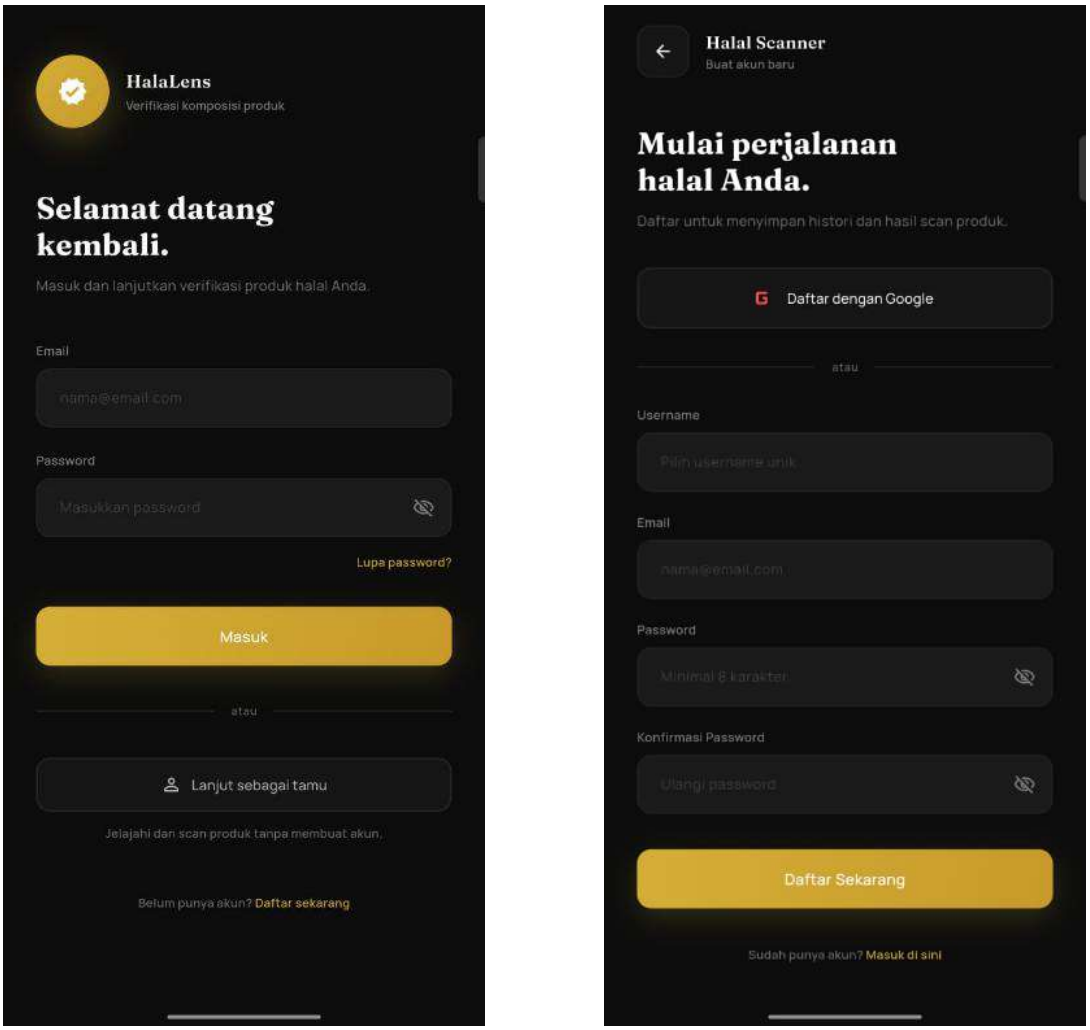
4.1 Hasil dan Pembahasan Implementasi Sistem

Hasil dan pemahasan implementasi sistem merupakan tahapan pada metode *Waterfall* dalam merealisasikan perancangan sistem yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Pada tahap ini, berisikan antarmuka dan *database* diterapkan ke dalam bentuk *prototype* aplikasi *mobile*, hasil pengujian *black box* dan *usability*, serta pembahasan pada tiap aspek tersebut.

4.1.1 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka adalah tahapan akhir merealisasikan rancangan desain dan skenario menjadi komponen visual berbasis aplikasi *mobile*. Proses realisasi sistem ini didasari dengan desain yang telah tersusun menggunakan *tool* Figma pada subbab 3.3.6 mengenai desain antarmuka dan mengalami beberapa perubahan yang drastis dari segi tampilan. Transformasi desain menjadi kode utuh didasari dengan alur dan skenario implementasi yang telah dijelaskan pada subbab 3.4. Tahapan ini menghasilkan antarmuka final aplikasi yang siap diujikan pada pengguna. Hasil implementasi antarmuka disajikan pada beberapa halaman berikut:

a. Halaman Akses Antarmuka



(a) (b)

Gambar 4.1 (a) Implementasi *Login*, (b) Implementasi Registrasi

Halaman akses aplikasi pada Gambar 4.1 merupakan hasil implementasi dari desain halaman *login* dan registrasi akun. Halaman *login* digunakan oleh pengguna terdaftar untuk masuk ke aplikasi melalui *email* dan kata sandi, sedangkan halaman registrasi digunakan untuk membuat akun baru melalui pengisian *username*, *email*, kata sandi, dan konfirmasi kata sandi. Selain itu, halaman akses juga menyediakan pilihan masuk sebagai pengguna tamu (*guest*) untuk menggunakan fitur dasar aplikasi tanpa registrasi.

b. Halaman *Dashboard* Pengguna



Gambar 4.2 Implementasi *Dashboard* Pengguna

Halaman *dashboard* pengguna pada Gambar 4.2 diimplementasikan berdasarkan rancangan *dashboard* pada tahap desain sebelumnya. Perbedaan pada tahap implementasi, tampilan ini disesuaikan dengan tema gelap agar lebih konsisten dengan halaman lainnya. Halaman ini menampilkan informasi awal mengenai cara kerja aplikasi, yaitu analisis komposisi, dasar identifikasi, dan cakupan data produk. Tombol “Scan Barcode” disediakan sebagai akses utama menuju fitur pemeriksaan produk.

c. Halaman Pemeriksaan Produk



Gambar 4.3 Implementasi Pemeriksaan Produk

Halaman pemeriksaan produk pada Gambar 4.3 merupakan hasil implementasi dari rancangan pemeriksaan pada bab sebelumnya tahap desain. Halaman ini menyediakan area kamera untuk membaca *barcode* EAN-13 pada kemasan produk. Selain pemindaian melalui kamera, sistem juga menyediakan kolom input manual bagi pengguna yang ingin memasukkan kode *barcode* secara langsung. Tampilan ini menjadi tahap awal sebelum sistem mengambil data produk melalui OpenFoodFacts API.

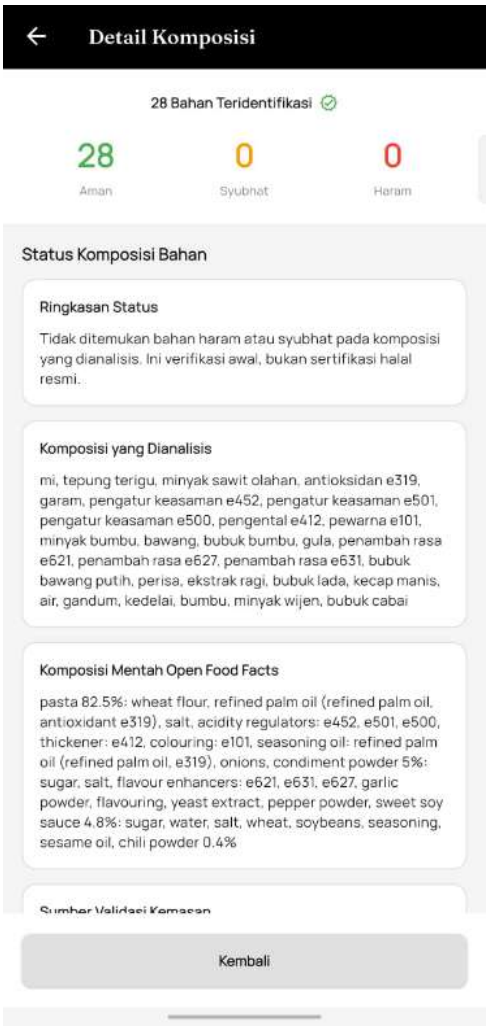
d. Halaman Hasil Pemeriksaan



Gambar 4.4 Implementasi Hasil Pemeriksaan

Halaman hasil pemeriksaan pada Gambar 4.4 diimplementasikan dari rancangan desain hasil pemindaian pada bab sebelumnya. Halaman ini menampilkan identitas produk, kode *barcode*, tanggal pemindaian, status pemeriksaan komposisi, analisis produk, dan ringkasan jumlah bahan. Tombol “Lihat Detail Komposisi” digunakan untuk mengarahkan pengguna ke halaman detail bahan. Tampilan ini dirancang agar hasil pemeriksaan dapat dibaca secara ringkas sebelum pengguna melihat informasi komposisi secara lebih lengkap.

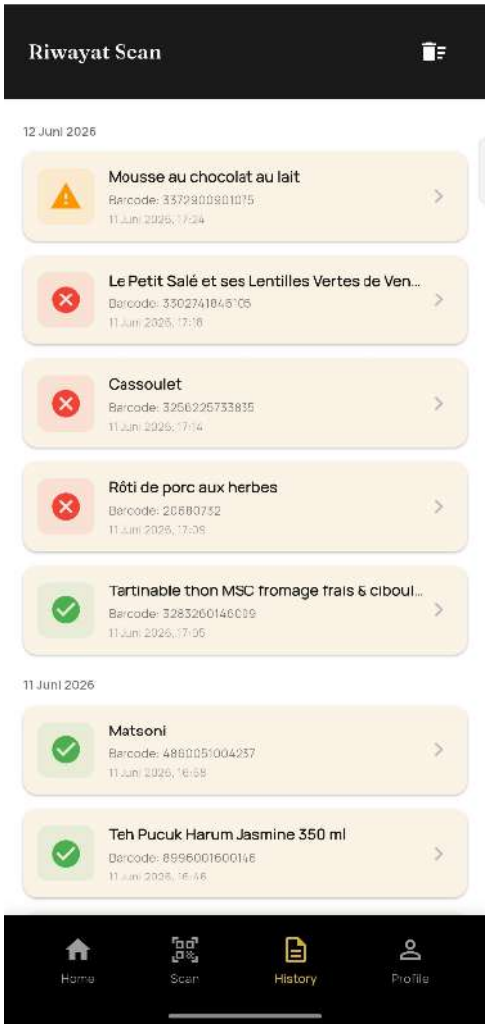
e. Halaman Detail Komposisi



Gambar 4.5 Implementasi Detail Komposisi

Halaman detail komposisi pada Gambar 4.5 merupakan implementasi dari rancangan detail komposisi pada bab sebelumnya. Halaman ini menampilkan hasil pemrosesan bahan dalam bahasa Indonesia dan mengelompokkan bahan ke dalam kategori aman, syubhat atau perlu verifikasi, dan haram atau tidak memenuhi kriteria. Setiap kategori dilengkapi keterangan tambahan agar pengguna dapat memahami alasan suatu bahan masuk ke dalam kategori tertentu. Informasi pada halaman ini bersifat sebagai pemeriksaan awal berbasis komposisi dan tidak menggantikan sertifikasi halal resmi.

f. Halaman Riwayat Pemindaian



Gambar 4.6 Implementasi Riwayat Pemindaian

Halaman riwayat pemindaian pada Gambar 4.6 diimplementasikan berdasarkan rancangan desain riwayat sebelumnya. Halaman ini menampilkan daftar produk yang pernah diperiksa oleh pengguna terdaftar. Setiap data riwayat memuat informasi singkat mengenai produk dan status hasil pemeriksaan. Fitur ini membantu pengguna melihat kembali hasil pemeriksaan tanpa melakukan pemindaian ulang. Selain itu, tersedia navigasi pada setiap item riwayat untuk membuka informasi hasil pemeriksaan secara lebih rinci.

g. Halaman Akun Pengguna



Gambar 4.7 Implementasi Akun Pengguna

Halaman akun pengguna pada Gambar 4.7 merupakan implementasi dari rancangan halaman akun. Halaman ini menampilkan identitas pengguna yang sedang aktif, seperti nama pengguna, *email*, dan ikon profil. Selain itu, halaman ini menyediakan informasi identitas pengguna berupa nama pengguna, alamat *email*, ikon profil, serta status yang menandakan akun yang sedang aktif pada aplikasi. Informasi tersebut digunakan sebagai penanda akun yang sedang digunakan selama proses penggunaan sistem. Selain itu, tersedia beberapa menu pengaturan yang dapat diakses oleh pengguna, seperti pengaturan profil, bahasa, informasi tentang aplikasi, serta opsi keluar dari sistem.

Berdasarkan hasil implementasi sistem di atas, setiap halaman yang diimplementasikan memiliki keterkaitan dengan alur utama sistem. Halaman akses aplikasi mendukung proses *login*, registrasi, dan akses pengguna tamu. Halaman *dashboard* menjadi titik awal pengguna

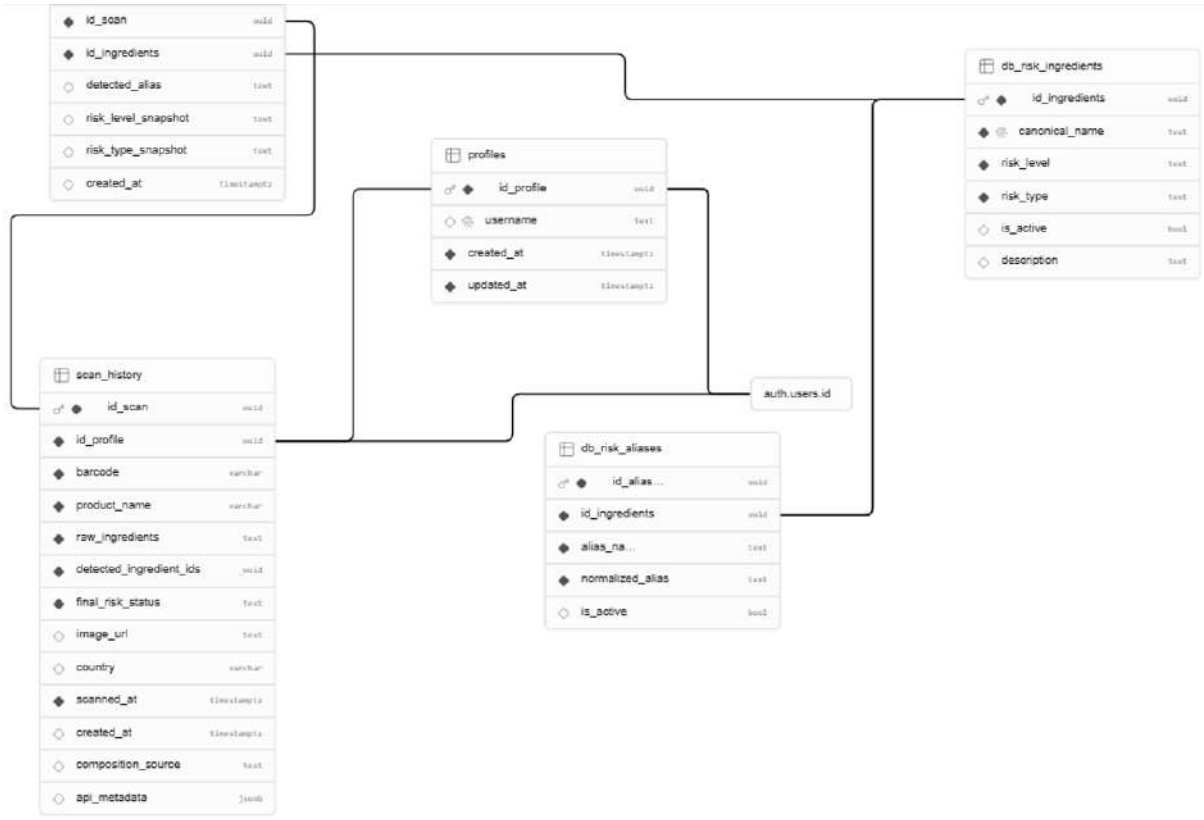
untuk memahami cara kerja aplikasi dan mengakses fitur pemindaian. Halaman pemeriksaan produk digunakan untuk membaca *barcode* EAN-13 atau memasukkan kode secara manual. Setelah data produk diperoleh, halaman hasil pemeriksaan dan detail komposisi menampilkan informasi produk, status pemeriksaan, serta rincian bahan berdasarkan hasil pemrosesan dan pencocokan data. Sementara itu, halaman riwayat pemindaian dan akun pengguna mendukung pengelolaan data pengguna terdaftar.

Dalam implementasinya, terdapat beberapa penyesuaian dari desain awal, terutama pada susunan komponen, tema warna, dan navigasi. Penyesuaian tersebut dilakukan agar tampilan aplikasi lebih konsisten, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan fitur yang telah dikembangkan. Meskipun terdapat perubahan visual, fungsi utama setiap halaman tetap mengikuti rancangan awal dan mendukung alur pemeriksaan produk secara berurutan.

Dengan demikian, implementasi sistem telah menunjukkan bahwa rancangan antarmuka dan skenario teknis berhasil diterapkan ke dalam *prototype* aplikasi mobile. Sistem mampu mendukung proses akses pengguna, pemindaian *barcode*, pengambilan data produk, penampilan hasil pemeriksaan komposisi, serta penyimpanan riwayat bagi pengguna terdaftar. Hasil implementasi ini menjadi dasar untuk melakukan pengujian fungsional dan *usability* pada tahap berikutnya.

4.1.2 Implementasi *Database*

Implementasi *database* dilakukan menggunakan Supabase sebagai platform *Backend-as-a-Service* (BaaS) berbasis PostgreSQL. Realisasi *database* dilakukan berdasarkan *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang telah dirancang pada bab sebelumnya. *Database* bertanggung jawab dalam menyimpan dan mengelola seluruh data sistem, mulai dari informasi pengguna, riwayat pemindaian produk, komposisi bahan baku, hingga basis data risiko bahan komposisi. Sistem dirancang dengan pendekatan relasional yang mengikuti prinsip normalisasi *database* tingkat ketiga (3NF) untuk memastikan integritas data, menghindari redundansi, dan mendukung skalabilitas. Supabase menyediakan fitur *Row Level Security* (RLS) yang berfungsi untuk mengontrol akses data berdasarkan tingkat pengguna, serta menyediakan *real-time capabilities* untuk sinkronisasi data antar *client* secara otomatis.



Gambar 4.8 Implementasi *Database* pada Supabase

Gambar 4.8 menunjukkan struktur tabel dan relasi *database* yang telah diimplementasikan. Beberapa fungsi utama *backend* dalam sistem ini sebagai berikut:

a. Autentikasi dan Akses Pengguna

Tabel profiles digunakan untuk menyimpan data profil pengguna yang terintegrasi dengan autentikasi Supabase Auth. Tabel tersebut menyimpan atribut identitas pengguna, seperti *username*. Setiap profil dihubungkan dengan akun pada auth.users melalui *foreign key* id_profile dalam pengelolaan *email* dan status autentikasi. Kolom created_at dan updated_at digunakan untuk mencatat waktu pembuatan dan perubahan data profil. Pengaturan RLS pada tabel *profiles* membatasi akses hanya untuk pengguna terdaftar. Setiap pengguna hanya dapat membaca dan memperbarui profil miliknya sendiri berdasarkan validasi id_profile = auth.uid(). Pada mode *guest*, tabel ini tidak dapat diakses sehingga data identitas pengguna lain tetap terlindungi.

b. Pengelolaan Data Nama Alias Komposisi

Tabel db_risk_aliases digunakan untuk menyimpan variasi nama atau istilah lain dari bahan berisiko yang tercatat pada tabel db_risk_ingredients. Setiap alias dihubungkan dengan bahan utama melalui id_ingredients. Data alias ini membantu sistem mengenali

bahan yang sama meskipun ditulis dalam bentuk berbeda, misalnya melalui istilah teknis, kode bahan tambahan pangan, bahasa asing, atau variasi penulisan pada label produk. Atribut utama pada tabel ini meliputi alias_name, id_ingredients, is_active. Kolom is_active digunakan untuk menentukan apakah alias masih digunakan dalam proses pencocokan komposisi

c. Pengelolaan Komposisi Berisiko

Tabel db_risk_ingredients menyimpan basis data utama bahan komposisi yang dikategorikan memiliki risiko halal, seperti haram, syubhat, atau membutuhkan verifikasi lebih lanjut. Setiap bahan memiliki id_ingredients sebagai *primary key*. Atribut canonical_name menyimpan nama bahan dalam bentuk standar, sedangkan risk_level menyimpan tingkat risiko bahan. Kolom risk_type menjelaskan jenis risiko, seperti unsur hewani, alkohol, atau sumber bahan yang belum jelas. Sementara itu, *description* digunakan untuk memberikan penjelasan tambahan mengenai alasan bahan tersebut masuk dalam kategori berisiko. Kolom is_active digunakan untuk mengatur apakah data bahan masih digunakan dalam proses analisis.

d. Pengelolaan Penyimpanan *History* Pemindaian

Tabel scan_history digunakan untuk menyimpan riwayat pemindaian produk yang dilakukan oleh pengguna terdaftar. Setiap riwayat memiliki id_scan sebagai *primary key* dan id_profile sebagai *foreign key* yang menghubungkan data scan dengan pengguna. Informasi produk yang disimpan meliputi *barcode*, product_name, raw_ingredients, image_url, country, composition_source, scanned_at, dan final_risk_status. Kolom final_risk_status merepresentasikan hasil akhir analisis komposisi, yaitu halal secara komposisi, syubhat, atau haram berdasarkan bahan yang terdeteksi. Setiap detail bahan yang ditemukan pada setiap pemindaian akan disimpan dalam tabel scan_detected_ingredients. Tabel ini berperan sebagai tabel penghubung antara scan_history dan db_risk_ingredients. Struktur ini menghasilkan satu riwayat pemindaian dapat memiliki banyak bahan terdeteksi, dan satu bahan berisiko dapat muncul pada banyak riwayat. Setiap baris menyimpan id_scan, id_ingredients, detected_alias, risk_level_snapshot, dan risk_type_snapshot. Kolom snapshot digunakan agar hasil riwayat tetap menyimpan kondisi risiko pada saat pemindaian dilakukan. Pada tabel scan_detected_ingredients, akses juga dibatasi berdasarkan kepemilikan data scan induk melalui relasi id_scan ke scan_history.

4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Sistem

Hasil dan Pembahasan pengujian sistem merupakan tahapan untuk mengevaluasi apakah aplikasi yang telah dikembangkan berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional dan tujuan penelitian. Pengujian ini mencakup dua aspek utama, yaitu pengujian fungsional menggunakan metode *black box testing* dengan pendekatan *Equivalence Partitioning* (EP), serta pengujian non-fungsional berupa *usability testing* menggunakan *USE Questionnaire*. Hasil pengujian disusun berdasarkan skenario yang telah dirancang sebelumnya untuk memastikan setiap fitur aplikasi dapat berfungsi dengan baik secara keseluruhan sebelum menarik kesimpulan penelitian.

4.2.1 Implementasi *Black Box Testing*

Setelah aplikasi telah diimplementasikan, selanjutnya dilakukan pengujian *black box testing* untuk mengukur fungsional sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa macam aspek sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Akses Aplikasi

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-01	*Login* dengan email dan *password* yang telah terdaftar.	Sistem memberikan akses kepada pengguna yang telah terdaftar.	Sesuai
EP-02	Registrasi akun baru dengan pengisian data formulir yang lengkap.	Sistem membaca data registrasi pengguna baru.	Sesuai
EP-03	Masuk sebagai pengguna tamu (*Guest*) untuk fitur dasar.	Sistem memberikan akses kepada pengguna tamu.	Sesuai
EP-04	*Login* dengan *email* tidak terdaftar atau *password* salah.	Sistem menolak akses kepada pengguna yang belum terdaftar.	Sesuai
EP-05	Registrasi dengan kolom kosong atau *email* sudah terpakai.	Sistem menolak akses *email* kosong dan *email* ganda pada aplikasi ini.	Sesuai
EP-06	*Login* dengan salah penulisan pada *email* terdaftar.	Sistem menolak akses dan memberikan notifikasi pengguna belum terdaftar	Sesuai

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pemindaian *Barcode*

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-07	Memindai *barcode* produk dengan format EAN-13 yang terbaca oleh kamera.	Sistem berhasil membaca *barcode* melalui kamera dan melanjutkan proses pencarian data produk.	Sesuai
EP-08	Memasukkan kode *barcode* EAN-13 secara manual dengan format 13-digit angka.	Sistem menerima input manual dan memproses kode *barcode* sesuai format EAN-13.	Sesuai
EP-09	*Barcode* sesuai dan produk ditemukan pada OpenFoodFacts API.	Sistem berhasil mengambil data produk dari OpenFoodFacts API.	Sesuai

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-10	Pengguna memasukkan *barcode* mengandung huruf, atau simbol.	Sistem menolak input dan menampilkan pesan bahwa *barcode* harus berupa 13-digit angka.	Sesuai
EP-11	*Barcode* sesuai tetapi OpenFoodFacts API gagal diakses karena koneksi atau gangguan layanan.	Sistem menampilkan pesan bahwa data produk belum dapat diakses karena kendala koneksi atau layanan API.	Sesuai
EP-12	*Barcode* sesuai tetapi komposisi produk tidak terdaftar pada OpenFoodFacts API.	Sistem tetap menampilkan informasi produk yang tersedia dan memberikan keterangan unknown *product*.	Sesuai

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Informasi Produk

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-13	Menampilkan informasi produk, status komposisi produk, analisis dan detail komposisi dalam terjemahan bahasa Indonesia	Sistem menampilkan informasi produk, status komposisi, hasil analisis, dan detail komposisi dalam bahasa Indonesia.	Sesuai
EP-14	Menampilkan rincian bahan beserta label risikonya (Aman/Syubhat/Haram).	Sistem menampilkan rincian bahan dan memberi label risiko sesuai hasil pencocokan komposisi.	Sesuai
EP-15	Koneksi terputus saat memproses pencocokan ke Supabase atau OpenAI.	Sistem menghentikan proses analisis dan menampilkan pesan bahwa pencocokan gagal.	Sesuai
EP-16	Produk ditemukan namun tidak memiliki data komposisi teks maupun foto komposisi bahan.	Sistem menampilkan informasi bahwa komposisi produk belum tersedia dan tidak memberikan hasil analisis yang menyesatkan.	Sesuai
EP-17	Sistem gagal menampilkan hasil analisis karena data produk atau komposisi tidak dapat diproses.	Sistem menampilkan pesan kegagalan analisis dan meminta pengguna mencoba kembali atau memeriksa produk lain.	Sesuai
EP-18	Komposisi produk mengandung bahan yang terdaftar pada *database* bahan berisiko.	Sistem menampilkan bahan yang terdeteksi dan memberikan status risiko sesuai kategori bahan.	Sesuai
EP-19	Bagian analisis produk menampilkan asal hasil komposisi diperoleh, analisis logo halal, dan bahan berisiko yang terdeteksi.	Sistem menampilkan analisis produk secara dinamis berdasarkan data produk, komposisi, *database* bahan berisiko, dan hasil pemrosesan sistem.	Sesuai
EP-20	Deskripsi analisis komposisi menampilkan pemahaman informasi dalam bahasa Indonesia.	Sistem menampilkan deskripsi komposisi dalam bahasa Indonesia agar dapat dipahami oleh pengguna sasaran.	Sesuai

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tampilan Penyimpanan dan Riwayat Pemindaian

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-21	Pengguna terdaftar menekan tombol simpan pemindaian produk.	Sistem berhasil menyimpan hasil pemindaian ke riwayat akun pengguna.	Sesuai
EP-22	Pengguna guest mencoba menyimpan data atau membuka menu riwayat.	Sistem membatasi akses penyimpanan dan riwayat, kemudian mengarahkan pengguna untuk *login*.	Sesuai

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-23	Pengguna terdaftar mengakses riwayat pemindaian produk.	Sistem menampilkan daftar riwayat pemindaian yang tersimpan pada akun pengguna.	Sesuai

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Logout* Aplikasi

Id	Skenario Kondisi	Hasil Diharapkan	Status Uji
EP-24	Pengguna terdaftar melakukan *logout* aplikasi.	Sistem memberikan akses pengguna keluar aplikasi yang ditujukan ke halaman *login*.	Sesuai
EP-25	Pengguna guest melakukan *logout* aplikasi.	Sistem memberikan akses pengguna guest keluar aplikasi yang ditujukan ke halaman *login*.	Sesuai

Berdasarkan 5 tabel pengujian di atas, telah dilakukan pendekatan EP terhadap 25 skenario uji. Ruang lingkup skenario tersebut meliputi pengujian terhadap fitur akses aplikasi, pemindaian *barcode*, penyajian informasi produk, penyimpanan dan riwayat pemindaian, serta *logout* aplikasi. Berdasarkan eksekusi yang telah dilakukan, seluruh skenario uji menunjukkan hasil yang sesuai dan memenuhi ekspektasi performa fungsional sistem.

Tabel 4.1 menunjukkan sistem dinilai mampu menjalankan proses *login*, registrasi, akses sebagai *guest* untuk fitur-fitur dasar. Sistem juga berhasil mendeteksi dan menolak input yang tidak sesuai seperti enggunaan *password* yang salah, kolom formulir yang kosong, ataupun pendaftaran *email* yang telah terduplikasi. Tabel 4.2 menunjukkan sistem dapat membaca *barcode* EAN-13 secara akurat dan melanjutkan ke proses pencarian data produk. Metode alternatif melalui input manual telah berjalan dengan baik. Sistem mampu mengambil data dari OpenFoodFacts API, serta menampilkan respons yang sesuai ketika terjadi kesalahan input, kegagalan API, atau data komposisi tidak tersedia.

Tabel 4.3 menunjukkan sistem berhasil menyajikan fungsional yang sesuai dalam menampilkan informasi produk, status komposisi, hasil analisis, detail komposisi, serta label risiko bahan sesuai hasil pencocokan. Sistem mampu melakukan analisis produk secara dinamis berdasarkan data produk, komposisi, *database* bahan berisiko, dan hasil pemrosesan sistem, serta menampilkan deskripsi komposisi dalam bahasa Indonesia untuk kemudahan pemahaman pengguna. Pada Tabel 4.4, sistem berhasil menyimpan hasil pemindaian produk dan membatasi akses fitur ini terhadap akun *guest*. Selain itu, pada Tabel 4.5 mekanisme sistem *logout* menunjukkan bahwa sistem dapat menjalankan fungsi yang sesuai dengan mengembalikan ke halaman *login* pengguna.

Berdasarkan hasil EP di atas, yang telah dipaparkan, dilakukan evaluasi untuk mengukur tingkat fungsional sistem. Secara keseluruhan, 25 skenario telah berjalan dan mendapatkan

hasil sesuai secara keseluruhan. Hasil akhir pengujian dilakukan dalam bentuk persentase dengan perhitungan rumus persentase yang telah dijelaskan pada persamaan (2.1) di subbab 2.2.15. Proses perhitungan dilakukan sebagai penentuan presentase pengujian dengan status "Sesuai" dan "Tidak Sesuai".

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa aplikasi memperoleh persentase skenario sesuai sebesar 100% dan skenario tidak sesuai sebesar 0%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa fungsi utama aplikasi telah berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Dengan demikian, tahapan implementasi aplikasi pada penelitian ini dinilai telah berhasil pada seluruh spesifikasi kebutuhan fungsional yang valid dan siap diuji lebih lanjut pada aspek kegunaan (*usability*) berdasarkan responden.

4.2.2 Implementasi *Usability Testing*

Pengukuran *usability* dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi berdasarkan empat aspek dalam metode *USE Questionnaire*, yaitu *Usefulness* (kegunaan*), Ease of Use* (kemudahan penggunaan), *Ease of Learning* (kemudahan dipelajari), dan *Satisfaction* (kepuasan pengguna). Pengukuran dilakukan terhadap 33 responden dengan menggunakan skala Likert 1–7. Perolehan responden sebagai *end user* dibagi menjadi beberapa jenis persona yang disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Total Responden

No	Jenis Persona	Jumlah Responden
1	TKI	2
2	Mahasiswa *Abroad*	8
3	*Traveler*	6
4	Konsumen produk makanan dan minuman impor	17
Total Responden		33

Sebelum pengisian kuisioner, responden melakukan 2 macam pemahaman aplikasi yaitu pengujian secara langsung dan pengujian jarak jauh. Pengujian secara langsung dilakukan responden dengan mencoba aplikasi dengan instruksi khusus, sedangkan pengujian jarak jauh melalui pengaksesan video demo aplikasi, sehingga responden dapat memahami fitur utama aplikasi seperti pemindaian *barcode*, penampilan hasil identifikasi komposisi, detail komposisi bahan, dan riwayat pemindaian. Setelah itu, responden mengisi kuesioner sesuai dari apa yang mereka dapatkan.

Setelah perolehan data responden telah didapatkan, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan (2.2) dan (2.3) yang telah dijelaskan pada bab 2. Hasilnya telah ditetapkan pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan *Usability* dengan Metode *USE Questionnaire*

No	Aspek	Banyaknya Pertanyaan	Skor Maksimum	Skor Responden	%	Rata-rata
1	*Usefulness*	8	1.848	1.598	86,5	6,05
2	*Ease of Use*	11	2.541	2.191	86,2	6,04
3	*Ease of Learning*	4	924	802	86,8	6,08
4	*Satisfaction*	7	1.617	1.389	85,9	6,01
Total		30	6.930	5.980	86,3	6,04

Tabel 4.7, menunjukkan hasil yaitu nilai rata-rata *usability* sebesar 86,3% dengan skor rata-rata 6,04 dari skala 7. Dimensi *Ease of Learning* memperoleh persentase tertinggi sebesar 86,8% dengan skor rata-rata 6,08, sedangkan dimensi *Satisfaction* memperoleh persentase terendah sebesar 85,9% dengan skor rata-rata 6,01. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh dimensi *usability* memperoleh persentase di atas 81%, berdasarkan teori kelayakan persentase *usability* pada subab 2.2.18, hasil tersebut mengindikasikan bahwa aplikasi memiliki tingkat kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan dipelajari, dan kepuasan pengguna yang sangat baik. Perbedaan nilai antar aspek relatif kecil, yaitu berada pada rentang 85,9% sampai 86,8% menunjukkan bahwa penilaian responden terhadap aplikasi cenderung konsisten pada seluruh aspek *usability* yang diukur. Dengan demikian, aplikasi menunjukkan tingkat *usability* yang sangat baik sehingga dapat diterima dan digunakan dengan baik oleh pengguna. Setelah itu, dilakukan perhitungan uji instrumen untuk menilai kelayakan pertanyaan yang diberikan kepada pengguna.

4.2.2.1 Pengujian Instrumen

a. Hasil Uji Validitas

Dilakukan uji validitas instrument pada tool SPSS menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* antara skor setiap item pertanyaan dengan skor total variabel. Pengujian dilakukan terhadap 33 responden uji coba. Suatu item dinyatakan valid apabila nilai koefisien korelasi (r hitung) lebih besar daripada r tabel pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

Berdasarkan jumlah jwaban responden, diperoleh nilai r tabel sebesar 0,344 pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Suatu item dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar daripada r tabel dan memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Validitas

No	Aspek Pertanyaan	r-hitung	r-tabel	Keterangan
1	UU1	0,601	0,344	Valid
2	UU2	0,738	0,344	Valid
3	UU3	0,592	0,344	Valid
4	UU4	0,692	0,344	Valid
5	UU5	0,626	0,344	Valid
6	UU6	0,681	0,344	Valid
7	UU7	0,647	0,344	Valid
8	UU8	0,717	0,344	Valid
9	UE1	0,420	0,344	Valid
10	UE2	0,638	0,344	Valid
11	UE3	0,657	0,344	Valid
12	UE4	0,577	0,344	Valid
13	UE5	0,790	0,344	Valid
14	UE6	0,628	0,344	Valid
15	UE7	0,508	0,344	Valid
16	UE8	0,655	0,344	Valid
17	UE9	0,698	0,344	Valid
18	UE10	0,671	0,344	Valid
19	UE11	0,707	0,344	Valid
20	UL1	0,560	0,344	Valid
21	UL2	0,573	0,344	Valid
22	UL3	0,674	0,344	Valid
23	UL4	0,602	0,344	Valid
24	US1	0,766	0,344	Valid
25	US2	0,543	0,344	Valid
26	US3	0,728	0,344	Valid
27	US4	0,764	0,344	Valid
28	US5	0,815	0,344	Valid
29	US6	0,467	0,344	Valid
30	US7	0,553	0,344	Valid

Berdasarkan Tabel 4.8, diperoleh hasil pengujian yang menunjukkan seluruh item pernyataan memiliki nilai r hitung yang berkisar antara 0,420 hingga 0,815, sehingga seluruhnya lebih besar daripada r tabel (0,344). Seluruh item memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05, yaitu berkisar antara 0,000 hingga 0,015. Nilai r hitung tertinggi terdapat pada item US5 sebesar 0,815, sedangkan nilai r hitung terendah terdapat pada item UE1 sebesar 0,420. Nilai r hitung UE1 tetap berada di atas r tabel dan memiliki nilai signifikansi sebesar 0,015 (< 0,05), sehingga tetap memenuhi kriteria validitas. Berdasarkan hasil tersebut, seluruh 30 item pernyataan yang terdiri atas konstruk *Usefulness* (UU), *Ease of Use* (UE), *Ease of Learning* (UL), dan *Satisfaction* (US) dinyatakan valid. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap item pernyataan memiliki kemampuan yang memadai dalam merepresentasikan konstruk *usability* yang diukur, sehingga layak digunakan dalam pengumpulan data penelitian.

b. Hasil Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* dengan tujuan untuk mengetahui tingkat konsistensi internal instrumen dalam mengukur konstruk yang diteliti. Selain itu, nilai *Corrected Item-Total Correlation* (CITC) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan masing-masing item dalam merepresentasikan konstruk yang diukur. Item dinyatakan memiliki korelasi yang memadai dengan skor total konstruk apabila nilai CITC lebih besar dari 0,30. Analisis CITC digunakan sebagai informasi pendukung dalam evaluasi reliabilitas item. Hasil pengujian reliabilitas pada setiap aspek *USE Questionnaire* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Reliabilitas

No	Aspek	Banyaknya Pertanyaan	Rentang CITC	*Cronbach's Alpha*	Keterangan
1	*Usefulness*	8	0,526–0,748	0,863	Reliabel
2	*Ease of Use*	11	0,252–0,738	0,886	Reliabel
3	*Ease of Learning*	4	0,481–0,716	0,778	Reliabel
4	*Satisfaction*	7	0,516–0,683	0,834	Reliabel
Total		30	0,379–0,798	0,949	Sangat Reliabel

Berdasarkan Tabel 4.9, seluruh variabel memiliki nilai *Cronbach's Alpha* di atas 0,70 sehingga memenuhi kriteria reliabilitas. Sebagian besar item memiliki nilai CITC di atas 0,30. Terdapat satu item pada variabel *Ease of Use* (UE1) yang memiliki nilai CITC sebesar 0,252, namun item tersebut tetap dipertahankan. Secara keseluruhan, instrumen penelitian yang terdiri atas 30 item memiliki rentang nilai CITC sebesar 0,379–0,798 dan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,949. Dengan demikian, seluruh item pertanyaan layak digunakan sebagai instrumen penelitian karena memiliki konsistensi internal yang sangat baik dalam mengukur konstruk *usability* yang diteliti.

4.2.3 Implementasi Pengujian oleh Pakar

Pengujian pakar dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil klasifikasi status komposisi yang dihasilkan sistem dengan penilaian pakar, berdasarkan tiga kategori status komposisi yaitu halal, syubhat, dan haram. Pengujian dilakukan terhadap 12 produk uji yang mewakili ketiga kategori tersebut, termasuk kondisi data komposisi tidak tersedia, dengan melibatkan satu orang pakar dari Majelis Ulama Indonesia (MUI) Kabupaten Banjarnegara yang menjabat sebagai Sekretaris Umum. Skenario dan hasil pengujian pakar terhadap setiap produk uji disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Hasil Uji Validasi Pakar

No	Nama Produk	Kesesuaian Komposisi	Hasil Sistem	Penilaian Pakar	Keterangan
1	Indomie Mi Goreng	Tersedia	Halal	Halal	Sesuai
2	Le Pâté Hénaff	Tersedia	Haram	Haram	Sesuai
3	Teh Pucuk Harum	Tersedia	Halal	Halal	Sesuai
4	Sari Gandum	Tidak Tersedia	Syubhat	Halal	Tidak Sesuai
5	Nasi Goreng Poll Pedas	Tidak Tersedia	Syubhat	Halal	Tidak Sesuai
6	Perly	Tersedia	Halal	Halal	Sesuai
7	Rillettes du Mans La véritable	Tersedia	Haram	Haram	Sesuai
8	Petit salé aux lentilles vertes	Tersedia	Haram	Haram	Sesuai
9	Pocari Sweat	Tersedia	Halal	Halal	Sesuai
10	Mousse au chocolat au lait	Tersedia	Syubhat	Syubhat	Sesuai
11	Rôti de Porc	Tersedia	Haram	Haram	Sesuai
12	Herta Le Bon Paris	Tersedia	Haram	Haram	Sesuai

Berdasarkan Tabel 4.10, diperoleh hasil uji validasi pakar yang menunjukkan kesesuaian antara data yang dihasilkan sistem dengan penilaian pakar. Hasil 12 percobaan pemindaian menghasilkan 10 skenario yang sesuai dan 2 di antaranya menunjukkan tidak sesuai, dikarenakan data komposisi kedua produk tersebut tidak tersedia pada sistem. Ketika data komposisi tidak tersedia, sistem menerapkan klasifikasi syubhat sebagai bentuk kehati-hatian terhadap produk dengan data tidak lengkap, sedangkan pakar tetap dapat memberikan penilaian halal terhadap kedua produk tersebut berdasarkan pengetahuan dan pengenalan produk yang dimiliki. Perbedaan ini menunjukkan bahwa ketidaksesuaian yang terjadi bukan disebabkan oleh kesalahan logika pencocokan bahan berisiko, melainkan oleh keterbatasan ketersediaan data komposisi pada sumber data eksternal (OpenFoodFacts API). Hasil perbandingan antara klasifikasi sistem dan penilaian pakar pada seluruh data uji disusun dalam bentuk *confusion matrix* pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil *Confusion Matrix* Validasi Pakar

		Sistem		
		Halal	**Syubhat**	**Haram**
Penilaian Pakar	**Halal**	4	0	0
	Syubhat	2	1	0
	Haram	0	0	5

Keterangan:

Halal	**Syubhat**	**Haram**
TP = 4	TP = 1	TP = 5
FP = 0	FP = 2	FP = 0
FN = 2	FN = 0	FN = 0
TN = 6	TN = 9	TN = 7

Setelah data *confusion matrix* yang disajikan pada

Tabel 4.11, diperoleh nilai True Positive (TP), False Positive (FP), False Negative (FN), dan True Negative (TN) untuk setiap kelas pada keterangan tabel tersebut, sehingga dapat dilakukan perhitungan matriks evaluasi menggunakan pendekatan akurasi, presisi, *recall*, dan F1-*score* menggunakan persamaan (2.4) hingga (2.5) yang telah disajikan pada subab 2.2.23 sebelumnya. Hasilnya telah ditetapkan pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Validasi Pakar dengan *Confusion Matrix*

No	**Aspek Pendekatan**	**Hasil Tiap Kelas (%)**			**Hasil Perolehan (Rata-rata (%))**
		Halal	**Syubhat**	**Haram**	
1.	Akurasi	-	-	-	83,3
2.	Presisi	100	33	100	78
3.	Recall	67	100	100	89
4.	F1-score	80	50	100	77

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.12, perhitungan memperoleh nilai akurasi sebesar 83%, presisi rata-rata sebesar 78%, *recall* rata-rata sebesar 89%, dan F1-*score* rata-rata sebesar 77%. Kelas halal dan haram memperoleh presisi sebesar 100%, yang menunjukkan bahwa seluruh produk yang diklasifikasikan sistem sebagai halal maupun haram telah sesuai dengan penilaian pakar. Sebaliknya, kelas syubhat memperoleh presisi rendah sebesar 33% meskipun *recall*-nya mencapai 100%, yang menunjukkan bahwa sistem cenderung mengklasifikasikan produk sebagai syubhat ketika data komposisi tidak lengkap, sehingga sebagian produk yang menurut penilaian pakar tergolong halal justru diklasifikasikan sebagai syubhat oleh sistem. Capaian akurasi 83% ini juga sebanding dengan penelitian sistem pakar sejenis yang mengukur akurasi berdasarkan kesesuaian dengan penilaian pakar, seperti pada sistem pakar diagnosis penyakit difteri yang memperoleh akurasi 90% dari 10 data uji (Mulyani et al., 2023), maupun pada aplikasi *Halal Scanner* yang hanya memperoleh akurasi 60% akibat keterbatasan basis data (Sumliyah et al., 2026). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi telah memiliki performa klasifikasi yang cukup baik sebagai alat bantu pemeriksaan awal, meskipun produk dengan data komposisi tidak lengkap tetap memerlukan verifikasi lebih lanjut dari pihak berwenang sebelum dijadikan acuan kepastian status kehalalan.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Didasari dengan perolehan penelitian berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian aplikasi, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

a. Penelitian ini berhasil mencapai tujuan utama penelitian, yaitu merancang dan mengembangkan aplikasi mobile verifikasi kehalalan komposisi produk menggunakan *barcode*. Aplikasi yang dikembangkan mampu menjalankan fitur utama, yaitu akses pengguna, pemindaian *barcode* EAN-13, pengambilan data produk, penampilan informasi produk, analisis komposisi bahan, serta penyajian status identifikasi komposisi kepada pengguna.
b. Aplikasi yang dikembangkan dapat membantu pengguna dalam memahami kandungan bahan pada produk makanan dan minuman kemasan, khususnya produk impor atau produk luar negeri yang memiliki keterbatasan informasi kehalalan. Hal ini didukung oleh hasil pengujian *usability* pada aspek *Usefulness* yang memperoleh nilai sebesar 86,5%. Selain itu, pada pernyataan "Aplikasi ini memberi saya kendali lebih besar dalam memilih produk makanan yang aman dikonsumsi.", diperoleh poin persentase skor responden 88,74%. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi memberikan kontribusi dalam memahami kandungan bahan produk dan meningkatkan kepercayaan mereka terhadap produk yang akan mereka konsumsi.

5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil implementasi, pengujian sistem, serta keterbatasan yang ditemukan selama proses pengembangan aplikasi. Hal ini ditujukan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya agar aplikasi dapat bekerja lebih optimal, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga diperoleh saran sebagai berikut:

a. Sistem pada penelitian selanjutnya disarankan untuk terhubung dengan sumber data halal resmi apabila akses data tersebut tersedia. Integrasi dengan basis data sertifikasi halal dapat membantu pengguna memperoleh informasi tambahan, seperti status sertifikasi produk, nama produsen, masa berlaku sertifikat, dan lembaga penerbit sertifikat. Dengan

demikian, hasil pemeriksaan tidak hanya mengacu pada komposisi bahan, tetapi juga dapat didukung oleh informasi sertifikasi yang lebih otoritatif.

b. Fitur pembacaan komposisi dari gambar kemasan perlu ditingkatkan agar sistem tidak hanya bergantung pada data komposisi yang tersedia di OpenFoodFacts API. Pengembangan fitur *Optical Character Recognition* (OCR) atau pembacaan teks dari foto label komposisi dapat membantu sistem memperoleh data bahan secara langsung dari kemasan produk, terutama ketika data produk belum lengkap atau belum tersedia pada *database* eksternal.

c. Pengembangan aplikasi diharapkan dapat mendukung *multi platform* demi mendukung kemudahan pemeriksaan komposisi disegala kondisi.

d. *Database* bahan berisiko pada sistem perlu dikembangkan secara lebih lengkap dan terstruktur. Jika ada, gunakan integrasi komposisi berisiko yang telah dikelola badan lembaga berwenang dan telah terjamin pertanggung jawabannya. *Database* dapat mencakup bahan turunan hewani, alkohol, enzim, *emulsifier*, gelatin, *shortening*, kode bahan tambahan pangan, serta variasi nama bahan dalam berbagai bahasa. Hal ini diperlukan agar sistem mampu mengenali komposisi produk secara lebih akurat, terutama pada produk impor yang menggunakan istilah teknis atau bahasa asing pada label kemasan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrohman, M. B., Putra, D. H. H., Pramono, R. D., Algifari, M. Z., Indriasari, S., & Nasir, M. (2026). Implementasi Equivalence Partitioning Untuk Validasi Masukan pada Situs Web Administrator Fishomie. *Idealis: Indonesia Journal Information System*, *99*(99), 1–9. https://doi.org/10.36080/idealis.v9i1.3631

Aidah, Arifudin, O., Kartika, I., & Ibrahim, T. (2024). Pengembangan Sistem Informasi Manajemen dalam Dunia Pendidikan. *Jurnal Tahsinia*, *5*(6), 966–977. https://doi.org/10.57171/jt.v5i6.604

Ananda, R. R., Arnita, Saputra, K., Putri, A. A., Syafira, N., & Sitompul, S. P. H. (2025). Automasi Verifikasi Identitas Pengguna dalam Pengajuan Kartu Kredit Berbasis Biometrik Menggunakan ML Kit. *Jurnal Sisforenika*, *15*(1), 55–65. https://doi.org/10.30700/sisfotenika.v15i1.526

Anhar, Suharso, W., & Nastiti, V. R. S. (2023). Analisis Usability Aplikasi Mobile MyUMM Student Dengan Menggunakan Metode USE Questionnaire. *Repositor*, *5*(2), 689–698.

Arsudin, M., Saad, S., Kurni, W., & Masykur. (2024). Konsep Halalan Thayyiban dalam Al-Qur'an dan Relevansinya dengan Kesehatan Jiwa. *Journal of Qur'an and Tafsir*, *1*(2), 73–89. https://doi.org/10.53038/adhy.v1i2.124

Aryadi, E. (2023). Analisis Sistem Informasi Manajemen Sekolah yang Dibutuhkan di Indonesia. *Visi Sosial Humaniora (VSH)*, *4*(1), 50–57.

Astuti, M. (2020). Pengembangan Produk Halal dalam Memenuhi Gaya Hidup Halal (Halal Lifestyle). *IURIS STUDIA: Jurnal Kajian Hukum*, *1*(1), 14–20. https://doi.org/10.55357/is.v1i1.16

Bakri, S. N., & Nasution, M. I. P. (2024). Penerapan Metodologi Rekayasa Perangkat Lunak untuk Efisiensi Pengembangan Sistem. *JSITIK: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Komputer*, *3*(1), 53–66. https://doi.org/https://doi.org/10.53624/jsitik.v3il.542

Cynthia, G., & Qoiriah, A. (2024). Klasifikasi Tingkat Kesiapan Kerja Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya Menggunakan Algoritma C5.0. *Journal of Informatics and Computer Science*, *06*.

Drofa, D. (2025). Integrating Advanced API Solutions into Full-Stack Web and Mobile Applications to Optimise User Experience. *International Journal of Current Science Research and Review*, *8*(5), 2086–2100. https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V8-i5-16

Fachri, B., & Rizal, C. (2024). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka Berbasis Web. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Komputer*, *2*(3), 591–697. https://doi.org/10.62712/juktisi.v2i3.147

Fau, A. (2024). Pelatihan Pengenalan Dasar Framework Flutter dalam Pembangunan Aplikasi Mobile. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *1*(1), 23–28.

Faulkner, L. (2003). Beyond the Five-user Assumption: Benefits of Increased Sample Sizes in Usability Testing. *Behavior Research Methods. Instruments, & Computers*, *35*(3), 379–383. https://doi.org/10.3758/BF03195514

Gao, M., Kortum, P., & Oswald, F. (2018). Psychometric Evaluation of the USE (Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use) Questionnaire for Reliability and Validity. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, *62*(1), 1414–1418. https://doi.org/10.1177/1541931218621322

Gould, J. D., & Lewis, C. (1985). Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think. *Communications of the ACM*, *28*(3), 300–311. https://doi.org/10.1145/3166.3170

Haryoko, A., & Miftahudin, M. (2025). Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Gaya Belajar Siswa. *JURNAL ELEKTRO & INFORMATIKA SWADHARMA*, *05*.

Hasani, R. A., & Sampurna, D. (2025). Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Mobile untuk Rekomendasi Tindakan terhadap Kondisi Cuaca. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, *9*(2), 484–495. https://doi.org/10.26798/jiko.v9i2.1970

Hermanto, D. A., & Siregar, F. A. (2025). Rancang Bangun Trolley dengan Sistem Checkout Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Barcode EAN-13. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *9*(6), 10280–10286. https://doi.org/10.36040/jati.v9i6.16416

Hidayat, & Imanullah, A. (2022). Application System for Checking Halal Product Status Using QR-Code Based on Android and Web. *Jurnal Komputer Terapan*, *8*(1), 46–54. https://doi.org/10.35143/jkt.v8i1.5309

Hidayat, R., Satriansyah, A., & Nurhayati, M. S. (2022). Penggunaan Metode Waterfall untuk Rancangan Bangun Aplikasi Penyewaan Lapangan Olahraga. *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, *3*(1), 9–16. https://doi.org/10.37148/bios.v3i1.35

Karimah, S., Fahrudin, L. M., Humaira, F. N., Apriliyana, R. D., Fibahrani, H. S. R., & Supriyadi, T. (2025). Analisis Pengalaman dan Strategi Wisatawan Muslim untuk Mencari Makanan Halal di Vietnam. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, *6*(1), 195–203. https://doi.org/10.55623

Kolevska, M., & Blazheska-Tabakvska. (2025). Knowledge-based Decision Support System for Personalised Training. *Applied Internet and Information Technologies (AIIT2025)*, 142–152.

Kristianto, R. P., Alexander, E., Wahyuningsih, Y., Riti, Y. F., Tandjung, S. S., & Hartanto, A. (2022). Perancangan Aplikasi Android Katalog Buku dengan Fitur Barcode Scanner Menggunakan Google ML Kit. *Jurnal CSDS*, *1*(1), 9–14.

Kusuma Wardana, K., Erna Supriathi, N. K., Suarka, I. N., Parahita Nugraha, G. A., Oka Gunawan, I. M. A., & Indrawan, G. (2023). Usability Testing Pada Aplikasi Mobile E-Ganesha Undiksha Mengunakan Metode System Usability Scale. *Jurnal Ilmiah Sinus*, *22*(1), 1–10. https://doi.org/10.30646/sinus.v22i1.765

Larasati, I., Yusril, A. N., & Zukri, P. Al. (2021). Systematic Literature Review Analisis Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile. *Sistemasi*, *10*(2), 369–380. https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i2.1237

Majelis Ulama Indonesia. (2003). *Standarisasi Fatwa Halal*. https://halalmui.org/wp-content/uploads/2025/07/Standarisasi-Fatwa-Halal.pdf

Masudin, I., Rahmatullah, B. B., Agung, M. A., Dewanti, I. A., & Restuputri, D. P. (2022). Traceability System in Halal Procurement: A Bibliometric Review. *Journal Logistics*, *6*(4), 1–17. https://doi.org/10.3390/logistics6040067

Maulana, T. F. (2024). Peran MUI Dalam Sertifikasi Halal Pada Makanan Bagi Masyarakat Muslim. *Jurnal Hukum Statuta*, *4*(1), 16–30. https://doi.org/10.35586/jhs.v4i1.9518

Md. Sattar, A., Soni, P., Kr. Ranjan, M., Kumar, A., Sahu, C., Saxena, S., & Chaudhari, P. (2023). Accelerating Cross-platform Development with Flutter Framework. *Open Source Developments*, *10*(2), 1–11. https://doi.org/10.37591/JoOSD

Muhammad, A., Elsera, M., & Andriana, S. D. (2021). Implementasi Teknologi Barcode pada Pendataan Barang dengan Metode RAD. *Buletin Utama Teknik*, *16*(2), 64–69. https://doi.org/10.30743/but.v16i2.3762

Mulyani, A., Kurniadi, D., & Multajam, S. I. (2023). Penerapan Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Difteri Berbasis Web. *Teknika*, *12*(3), 205–211. https://doi.org/10.34148/teknika.v12i3.686

Muskar, Y. A., & Rosyad, Y. S. (2024). Validitas Dan Reliabilitas Depression Anxiety Stress Scale For Youth (DASS-Y) Versi Bahasa Indonesia. *Informasi Dan Promosi Kesehatan*, *3*(1), 30–41. https://doi.org/10.58439/ipk.v3i1.213

Muzammel, C. S., Spichkova, M., & Harland, J. (2025). *Towards Using Personas in Requirements Engineering: What Has Been Changed Recently?* http://arxiv.org/abs/2507.15197

Ningsih, W., & Nurfauziah, H. (2023). Perbandingan Model Waterfall dan Metode Prototype Untuk Pengembangan Aplikasi pada Sistem Informasi. *Jurnal Ilmiah Metadata*, *5*(1), 83. – 95. https://doi.org/10.47652/metadata.v5i1.311

Nurul, S., Anggrainy, S., & Aprelyani, S. (2022). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keamanan Sistem Informasi: Keamanan Informasi, Teknologi Informasi, dan Network (Literature Review). *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, *3*(5), 564–574. https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i5

Pooch, U. W. (1974). Translation of Decision Tables. *Computing Surveys*, *6*, 125–151.

Pratama, S. D., Lasimin, & Dadaprawira, M. N. (2023). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Edu Digital Berbasis Website Menggunakan Metode Equivalence dan Boundary Value. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, *6*(2), 560–569. https://doi.org/10.53513/jsk.v6i2.8166

Pricillia, T., & Zulfachmi. (2021). Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD). *Jurnal Bangkit Indonesia*, *10*(1), 6–12. https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153

Purnamasari, S. D., & Panjaiatan, F. (2020). Pengembangan Aplikasi E-Reporting Kerusakan Lampu Jalan Berbasis Mobile. *Jusikom : Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, *5*(1), 59–69. https://doi.org/10.32767/jusikom.v5i1.764

Rahmat, H., Prasetijo, B. K. Y., Zaini, Z. N., & Ameran, F. A. (2022). Heuristic Evaluation on Barcode Scanner Mobile Application for Halal Food Product in Malaysia. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, *3*(2), 110–119. https://doi.org/10.30880/mari

Rahmawati, D., Purnamasari, D. N., Sofiana, R., Setiawan, H., Alfita, R., & Nahari, R. V. (2023). Mobile Application for Halal Food Product Information with Geofencing Technology Based on QR Code. *Annual Conference on Islamic Economic and Law*, (2), 258–274. https://doi.org/10.21107/aciel.v2i2.261

Rakhmawati, N. A., Fatawi, J., Najib, A. C., & Firmansyah, A. A. (2021). Linked Open Data for Halal Food Products. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, *33*(6), 728–739. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.04.004

Rasyadi, M. J., & Kurniawardhani, A. (2025). Kajian Literatur Sistematis Terhadap Aplikasi Mobile Verifikasi Produk Halal: Analisis Metode, Fitur, dan Potensi Inovasi. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, *6*(3), 321–334. https://doi.org/10.47065/tin.v6i3.8174

Rizal, C., Fachri, B., & Hasanuddin, M. (2024). Waterfall Methode dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Potensi Wisata Berbasis Web. *Journal of Science and Social Research*, *7*(4), 1890–1894. https://doi.org/10.54314/jssr.v7i4.2320

Rusli, N. R. L. (2024). Konsep Makanan Halal dan Amalan Pemakanan Halal: Cabaran Generasi Milenial. *Jurnal Antarabangsa Pengajian Kepulauan Melayu*, *1*(4), 76–87.

Saputri, A., & Hirzan, A. M. (2024). Aplikasi Manajemen Inventori Berbasis Mobile Menggunakan Flutter dan Firebase Realtime Database. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *12*(3), 1586–1592. https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4324

Saravanos, A. (2025). A Brief History of the Waterfall Model: Past, Present, and Future. *Proceedings of the 2025 18th International Conference on Computer Science and Information Technology*, 138–143. https://doi.org/10.1145/3783862.3783879

Sasongko, A., Jayanti, W. E., & Risdiansyah, D. (2020). USE Questionnaire Untuk Mengukur Daya Guna Sistem Informasi E-Tadkzirah. *JURNAL KHATULISTIWA INFORMATIKA*, *VIII*(2). https://garyperlman.com/quest/quest.cgi

Sen, N., Prasanna, T., Mishra, Dr. P., & Ram, Mr. B. (2025). Eathena: An AI-Powered System for Real-Time Food Detection and Nutritional Analysis. *SSRN*, 1–8. https://doi.org//10.2139/ssrn.5298036

Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2020). Implementasi JSON Web Token Berbasis Algoritma SHA-512 untuk Otentikasi Aplikasi BatikKita. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *4*(3), 1036–1045.

Setiawan, P. R., Ramadhan, R. A., & Labellapansa, A. (2022). Pelatihan Pemrograman Flutter. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Penerapan Ilmu Pengetahuan*, *3*, 22–27. https://doi.org/10.25299/jpmpip.2022.10699

Sintawati, I. D. (2022). Komparasi Metpde RAD dengan RUP pada Pengembangan Sistem Informasi. *Jurnal Akrab Juara*, *7*(2), 94–100. https://doi.org/10.58487/akrabjuara.v7i2.1796

Soepriyanto, Y., Wedi, A., & Nugroho, R. P. (2025). Effective Learning Management System Using Platform as a Service Infrastructure. *International Journal of Informatics and Computation (IJICOM)*, *7*(1), 2025. https://doi.org/10.35842/ijicom

Sufandi, U. U., Priono, M., Aprijani, D. A., Wicaksono, B. A., & Trihapningsari, D. (2022). Uji Usability Fungsi Aplikasi Web Sistem Informasi dengan Use Questionnaire. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, *19*(1), 24–34. https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v19il.42320

Sumliyah, Adittya, D. H., & Vaher, K. (2026). A Study of the Effectiveness of the Halal Scanner Application in Validating Muslim Friendly Products. *Alfabet Jurnal Wawasan Agama Risalah Islamiah, Teknologi Dan Sosial (Al-Waarits*, *3*(1), 69–81. https://doi.org/10.34306/alwaarits.v3i1.1003

Tarannum, S., Jalal, Md. S., & Huda, M. N. (2024). HALALCheck: A Multi-Faceted Approach for Intelligent Halal Packaged Food Recognition and Analysis. *IEEE Access*, *12*, 28462–28474. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3367983

Walhidayah, I., Made Ardwi Pradnyana, I., & Gusti Lanang Agung Raditya Putra, I. (2022). Evaluasi Usability Aplikasi Rudaya Menggunakan Metode Usability Testing dan USE Questionnaire. *Agustus*, *21*(3), 667–679.

Wang, Y., Arora, C., Liu, X., Hoang, T., Malhotra, V., Cheng, B., & Grundy, J. (2024). Who Uses Personas in Requirements Engineering: The Practitioners' Perspective. *Information and Software Technology*, *178*. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107609

Widyantoro, A., Bina, F. F. Al, Prayoga, T., Safei, R., & Arrasid, M. A. (2025). Systematic Literature Review: Membandingkan Pendekatan Metode Agile dan Waterfall dalam Pengembangan Perangkat Lunak. *Journal of Comprehensive Science*, *4*(1), 183–193. https://doi.org/10.59188/jcs.v4i1.2969

Witania, A., Nugraha, A. D., Ermawati, Sari, L. F., Megawati, N. L., & Fadillah, N. N. (2022). Analisis Perbadingan Metode Manajemen Proyek TI yang Paling Sering Digunakan di Indonesia dan Luar Negeri: A Literature Review. *Journal of Management Small and Medium Entreprises (SME's)*, *15*(2), 299–316. https://doi.org/10.35508/jom.v15i2.7527

Ying, W. X., & Zaaba, Z. F. (2022). MyHalal: an Interactive Application. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, *11*(5), 2406–2417. https://doi.org/10.11591/eei.v11i5.3808

Younis, M. T., Hussien, N. M., Mohialden, Y. M., Raisian, K., Singh, P., & Joshi, K. (2023). Enhancement of ChatGPT using API Wrappers Techniques. *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, *34*(2), 82–86. https://doi.org/10.23851/mjs.v34i2.1350

Zahara, T., & Widodo, T. (2025). Pengembangan Aplikasi Kasir pada Toko Cantik Menggunakan User Centered Design (UCD) Berbasis Mobile. *MALCOM: Indonesian*

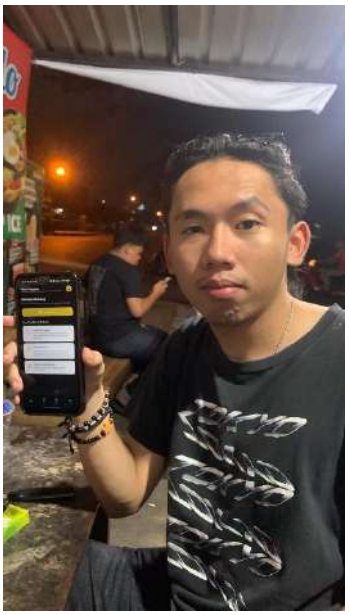
Journal of Machine Learning and Computer Science, *5*(1), 190–197. https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1741

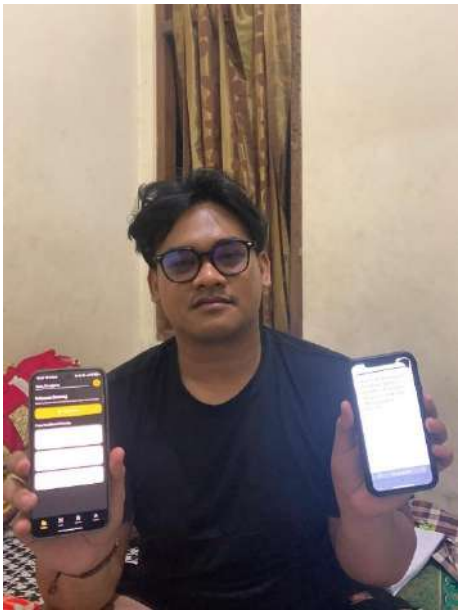
LAMPIRAN

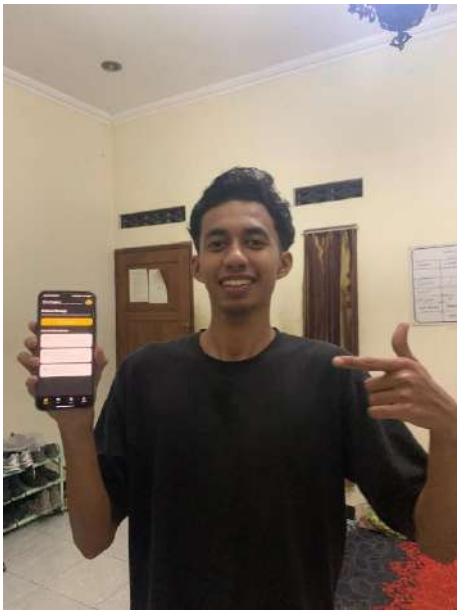
A. Link Kuesioner:
   https://docs.google.com/forms/d/1oCHu5-C_rdLAPz_uXi223abWqZ5ZBEmA1HklaTba2cc/edit#responses

B. Foto Pengujian Responden *Usability*













C. *Output* SPSS

```
RELIABILITY
    /VARIABLES=UU1 UU2 UU3 UU4 UU5 UU6 UU7 UU8
    /SCALE('Usefulness') ALL
    /MODEL=ALPHA
    /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR
    /SUMMARY=TOTAL.
```

Reliability

Notes

Output Created		15-JUN-2026 15:45:11
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	33
	Matrix Input	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.

	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the procedure.
Syntax		RELIABILITY /VARIABLES=UU1 UU2 UU3 UU4 UU5 UU6 UU7 UU8 /SCALE('Usefulness') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR /SUMMARY=TOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:00,00
	Elapsed Time	00:00:00,04

[DataSet0]

Scale: Usefulness

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	33	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	33	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.863	.863	8

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
UU1	U6 6.060	.82687	33
UU2	U0 6.000	.90139	33
UU3	U2 6.121	.85723	33
UU4	U1 6.212	.89294	33
UU5	U1 6.212	.85723	33
UU6	U7 5.969	.95147	33
UU7	U3 6.030	.88335	33
UU8	U2 5.818	1.04447	33

Inter-Item Correlation Matrix

	UU1	UU2	UU3	UU4	UU5	UU6	UU7	UU8
UU1	U 1.000	.419	.518	.490	.290	.241	.468	.303
UU2	U .419	1.000	.404	.388	.364	.510	.314	.531
UU3	U .518	.404	1.000	.414	.432	.349	.201	.444
UU4	U .490	.388	.414	1.000	.633	.376	.705	.646
UU5	U .290	.364	.432	.633	1.000	.506	.363	.638
UU6	U .241	.510	.349	.376	.506	1.000	.261	.560
UU7	U .468	.314	.201	.705	.363	.261	1.000	.548
UU8	U .303	.531	.444	.646	.638	.560	.548	1.000

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
UU1	42.3636	21.989	.526	.476	.856
UU2	42.4242	21.127	.581	.419	.850
UU3	42.3030	21.718	.538	.434	.855
UU4	42.2121	20.047	.739	.691	.832
UU5	42.2121	20.922	.650	.553	.843
UU6	42.4545	21.006	.555	.417	.854
UU7	42.3939	21.371	.563	.596	.852
UU8	42.6061	18.871	.748	.649	.830

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
48.4242	26.752	5.17222	8

```
RELIABILITY
    /VARIABLES=UE1 UE2 UE3 UE4 UE5 UE6 UE7 UE8 UE9 UE10 UE11
    /SCALE('Easy of Use') ALL
    /MODEL=ALPHA
    /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR
    /SUMMARY=TOTAL.
```

Reliability

Notes

Output Created		15-JUN-2026 15:53:03
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	33
	Matrix Input	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the procedure.
Syntax		RELIABILITY /VARIABLES=UE1 UE2 UE3 UE4 UE5 UE6 UE7 UE8 UE9 UE10 UE11 /SCALE('Easy of Use') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIPT IVE SCALE CORR /SUMMARY=TOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:00,02
	Elapsed Time	00:00:00,02

Scale: Ease of Use

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	33	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	33	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.886	.888	11

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
UE1	6.2727	.83937	33
UE2	6.1818	.80834	33
UE3	6.1818	.76871	33
UE4	6.0303	.80951	33
UE5	5.9697	.91804	33
UE6	6.0000	.75000	33
UE7	6.2424	.66287	33
UE8	5.9394	.89928	33
UE9	5.9394	1.02894	33
UE10	5.6667	.98953	33
UE11	5.9697	.88335	33

Inter-Item Correlation Matrix

	UE1	UE2	UE3	UE4	UE5	UE6	UE7	UE8
UE1	1.000	.431	.163	.263	.173	.199	.439	.023
UE2	.431	1.000	.448	.373	.302	.412	.498	.489
UE3	.163	.448	1.000	.342	.628	.325	.279	.559
UE4	.263	.373	.342	1.000	.548	.618	.626	.303
UE5	.173	.302	.628	.548	1.000	.454	.423	.452
UE6	.199	.412	.325	.618	.454	1.000	.566	.556
UE7	.439	.498	.279	.626	.423	.566	1.000	.288
UE8	.023	.489	.559	.303	.452	.556	.288	1.000
UE9	.092	.502	.449	.452	.726	.324	.435	.334
UE10	-.038	.391	.493	.559	.677	.547	.365	.574
UE11	.222	.446	.423	.307	.538	.566	.387	.745

Inter-Item Correlation Matrix

	UE9	UE10	UE11
UE1	.092	-.038	.222
UE2	.502	.391	.446
UE3	.449	.493	.423
UE4	.452	.559	.307
UE5	.726	.677	.538
UE6	.324	.547	.566

	UE9	UE10	UE11
UE7	.435	.365	.387
UE8	.334	.574	.745
UE9	1.000	.532	.410
UE10	.532	1.000	.417
UE11	.410	.417	1.000

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
UE1	60.1212	38.235	.252	.480	.897
UE2	60.2121	34.985	.619	.659	.875
UE3	60.2121	35.422	.606	.570	.876
UE4	60.3636	34.864	.632	.600	.875
UE5	60.4242	32.939	.738	.817	.867
UE6	60.3939	35.121	.661	.611	.873
UE7	60.1515	36.195	.617	.560	.877
UE8	60.4545	34.131	.630	.747	.875
UE9	60.4545	33.131	.622	.696	.876
UE10	60.7273	33.017	.665	.672	.872
UE11	60.4242	34.064	.651	.701	.873

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
66.3939	41.559	6.44660	11

```
RELIABILITY
  /VARIABLES=UL1 UL2 UL3 UL4
  /SCALE('Easy of Learning') ALL
  /MODEL=ALPHA
  /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR
  /SUMMARY=TOTAL.
```

Reliability

Notes

Output Created		15-JUN-2026 16:10:38
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	33
	Matrix Input	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the procedure.
Syntax		RELIABILITY /VARIABLES=UL1 UL2 UL3 UL4 /SCALE('Easy of Learning') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR /SUMMARY=TOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:00,00
	Elapsed Time	00:00:00,02

Scale: Ease of Learning

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	33	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	33	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.778	.788	4

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
UL1	6.0909	.72300	33
UL2	6.0909	.84275	33
UL3	6.1212	.73983	33
UL4	6.0000	.96825	33

Inter-Item Correlation Matrix

	UL1	UL2	UL3	UL4
UL1	1.000	.704	.388	.357
UL2	.704	1.000	.583	.421
UL3	.388	.583	1.000	.436

	UL1	UL2	UL3	UL4
UL4	.357	.421	.436	1.000

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
UL1	18.2121	4.235	.596	.502	.722
UL2	18.2121	3.547	.716	.614	.651
UL3	18.1818	4.216	.582	.387	.728
UL4	18.3030	3.780	.481	.241	.794

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
24.3030	6.530	2.55545	4

```
RELIABILITY
    /VARIABLES=US1 US2 US3 US4 US5 US6 US7
    /SCALE('Satisfaction') ALL
    /MODEL=ALPHA
    /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR
    /SUMMARY=TOTAL.
```

Reliability

Notes

Output Created	15-JUN-2026 16:23:40
Comments	

Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	33
	Matrix Input	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the procedure.
Syntax		RELIABILITY /VARIABLES=US1 US2 US3 US4 US5 US6 US7 /SCALE('Satisfaction') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIP T IVE SCALE CORR /SUMMARY=TOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:00,02
	Elapsed Time	00:00:00,03

Scale: Satisfaction

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	33	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	33	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.834	.846	7

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
US1	6.0000	1.03078	33
US2	5.9091	1.42223	33
US3	5.9091	.97991	33
US4	5.9091	.94748	33
US5	6.1515	.83371	33
US6	5.8485	1.20211	33
US7	6.3636	.74239	33

Inter-Item Correlation Matrix

	US1	US2	US3	US4	US5	US6	US7
US1	1.000	.298	.712	.672	.618	.202	.449
US2	.298	1.000	.263	.272	.381	.851	.476
US3	.712	.263	1.000	.664	.591	.253	.176
US4	.672	.272	.664	1.000	.611	.289	.182
US5	.618	.381	.591	.611	1.000	.304	.565
US6	.202	.851	.253	.289	.304	1.000	.414
US7	.449	.476	.176	.182	.565	.414	1.000

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
US1	36.0909	19.835	.640	.707	.802
US2	36.1818	17.591	.600	.757	.817
US3	36.1818	20.591	.587	.644	.811
US4	36.1818	20.716	.598	.629	.810
US5	35.9394	20.871	.683	.646	.801
US6	36.2424	19.314	.569	.760	.815
US7	35.7273	22.580	.516	.583	.824

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
42.0909	26.773	5.17424	7

D. Formulir Persetujuan Pakar

FORMULIR PERSETUJUAN TERINFORMASI

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Kepada Yth.

Bapak/Ibu Narasumber Ahli Fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) Kabupaten di Tempat.

Dengan hormat, saya dengan identitas di bawah ini:

Nama: Hasan Abdullah

NIM: 22523155

Program Studi: Informatika

Universitas: Universitas Islam Indonesia

bermaksud memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk berperan sebagai pakar validator (expert judgment) dalam penelitian skripsi saya. Sebagai bagian dari etika penelitian, berikut kami sampaikan penjelasan mengenai penelitian ini sebelum Bapak/Ibu memutuskan untuk berpartisipasi.

Judul Riset: Pengembangan Aplikasi Mobile Verifikasi Kehalalan Komposisi Produk Menggunakan Barcode.

1. Tujuan Penelitian

Kami sedang mengembangkan mengembangkan prototipe aplikasi berbasis Android yang membantu konsumen muslim di Indonesia melakukan pemeriksaan awal risiko kehalalan produk pangan kemasan berdasarkan komposisi bahan (ingredients), khususnya untuk produk luar negeri/impor yang belum memiliki label halal resmi dari Indonesia. Sistem bekerja dengan memindai barcode produk, mengambil data komposisi dari basis data terbuka, lalu mencocokkannya dengan basis data risiko bahan yang telah disusun peneliti, sehingga menghasilkan kategori indikatif: aman, syubhat/perlu verifikasi, atau tidak memenuhi kriteria (haram).

2. Prosedur Penelitian

Apabila Bapak bersedia berpartisipasi, kami mohon ketersediaan Bapak untuk:

- Meninjau sejumlah sampel produk beserta hasil klasifikasi yang diberikan sistem, yang mencakup kategori halal, syubhat, haram, dan kasus batas (*edge case*).

- Memberikan penilaian ahli (expert judgment) terhadap kesesuaian setiap hasil klasifikasi tersebut berdasarkan kaidah dan kompetensi Bapak/Ibu di bidang kehalalan pangan.
- Memberikan uji akurasi klasifikasi yang dihasilkan sistem (kategori aman, syubhat, dan haram) dengan cara membandingkannya terhadap penilaian pakar yang kompeten di bidang kehalalan pangan.

3. Data Pribadi yang Dilindungi (Sesuai UU PDP No. 27/2022)

Kami berkomitmen melindungi data Anda dengan cara:

- Data penilaian digunakan untuk kepentingan penyusunan skripsi.
- Nama Anda akan diganti dengan jabatan atau ketentuan yang diizinkan dalam laporan penelitian.
- Hanya peneliti utama yang memiliki akses ke data mentah Anda dan disimpan pada priode penelitian berlangsung.

4. Risiko dan Kompensasi

- Sistem:

- Sistem ini sebagai alat bantu transparasi komposisi, bukan pengganti sertifikasi halal resmi. Anda disarankan tetap berkonsultasi dengan badan berwenang jika merasa tidak nyaman dengan hasil yang diberikan.

- Pakar:

- Tidak terdapat risiko fisik, hukum, maupun finansial dari keikutsertaan Bapak/Ibu.
- Partisipasi dalam penelitian ini memiliki risiko yang minimal, yaitu berupa waktu yang perlu diluangkan Bapak/Ibu untuk meninjau dan menilai sampel yang diberikan.

5. Kesukarelaan

Partisipasi Bapak/Ibu dalam penelitian ini bersifat sukarela. Bapak/Ibu berhak untuk tidak menyetujui maupun mengundurkan diri kapan saja tanpa perlu memberikan alasan, dan hal tersebut tidak akan memengaruhi hubungan baik antara peneliti dengan Bapak/Ibu maupun lembaga MUI.

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, telah memahami penjelasan peneliti dan setuju untuk berpartisipasi.

[✓] Saya bersedia berpartisipasi dan mengizinkan data kesehatan saya digunakan untuk riset ini.

[ ] Saya tidak bersedia berpartisipasi.

Nama Pakar: H. Afit Juliat Hurcholis, S.Th.I MA.
Jabatan/Instansi (MUI): Sekretaris Umum MUI Kab. Banjaregara
Tanggal: 11-08-2026

Atas perhatian, kesediaan, dan waktu yang Bapak/Ibu berikan, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Hormat saya,

Peneliti Skripsi.

Hasan Abdullah

E. Foto Pengujian Bersama Pakar

