

**PENGEMBANGAN APLIKASI BERGERAK VERIFIKASI
STATUS HALAL PRODUK BERDASARKAN KOMPOSISI
BAHAN MENGGUNAKAN *OPTICAL CHARACTER
RECOGNITION* DENGAN DUKUNGAN PENCARIAN
MANUAL DI *DATABASE***



Disusun Oleh:

N a m a : M Javier Rasyadi
NIM : 21523242

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

2025

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGEMBANGAN APLIKASI BERGERAK VERIFIKASI STATUS HALAL
PRODUK BERDASARKAN KOMPOSISI BAHAN MENGGUNAKAN *OPTICAL
CHARACTER RECOGNITION* DENGAN DUKUNGAN PENCARIAN MANUAL DI
*DATABASE***

TUGAS AKHIR

Yogyakarta, 20 Oktober 2025

Pembimbing,


(Arrie Kurniawarham, S.Si., M.Kom.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

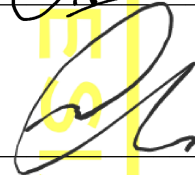
**PENGEMBANGAN APLIKASI BERGERAK VERIFIKASI STATUS HALAL
PRODUK BERDASARKAN KOMPOSISI BAHAN MENGGUNAKAN *OPTICAL
CHARACTER RECONITION* DENGAN DUKUNGAN PENCARIAN MANUAL DI
*DATABASE***

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, 20 Oktober 2025

Tim Penguji

Arrie Kurniawardhani, S.Si., M.Kom.

**Anggota 1**Chandra Kusuma Dewa S.Kom., M.Cs,
Ph.D.**Anggota 2**Chanifah Indah Ratnasari, S.Kom.,
M.Kom.

Mengetahui,

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



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Javier Rasyadi

NIM : 21523242

Tugas akhir dengan judul:

**PENGEMBANGAN APLIKASI BERGERAK VERIFIKASI
STATUS HALAL PRODUK BERDASARKAN KOMPOSISI
BAHAN MENGGUNAKAN *OPTICAL CHARACTER
RECOGNITION* DENGAN DUKUNGAN PENCARIAN
MANUAL DI *DATABASE***

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, 20 Oktober 2025



(M Javier Rasyadi)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, puji dan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt., atas segala karunia, rahmat, taufik, serta inayah-Nya yang melimpah, sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan sempurna. Selawat serta salam tak lupa senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad saw., yang telah membawa lentera ilmu dan pengetahuan bagi seluruh alam semesta.

Karya akademik ini penulis persembahkan dengan segenap jiwa sebagai manifestasi syukur dan cinta abadi kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan doa selama proses penyusunan tugas akhir ini. Ungkapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

Ayahanda dan Ibunda tercinta, yang menjadi sumber mata air kasih sayang tak bertepi, pelita doa yang tak pernah padam, serta penyedia dukungan moral dan spiritual yang menjadi fondasi teguh dalam setiap liku perjalanan hidup penulis. Semoga segala kasih dan pengorbanan yang diberikan menjadi ladang pahala dan keberkahan yang tiada henti.

Kakak, adik, serta segenap keluarga besar, yang selalu menjadi sumber motivasi, semangat, dan tempat berlabuh penuh kehangatan dalam setiap kepenatan dan kelelahan. Terima kasih atas ketulusan doa dan dukungan tanpa pamrih yang senantiasa menguatkan langkah penulis.

Para dosen, pembimbing, dan segenap pihak akademik, terima kasih atas segala ilmu, arahan, dan bimbingan yang telah membentuk pemikiran penulis selama masa studi dan dalam proses penyusunan skripsi ini. Bimbingan dan perhatian yang diberikan menjadi bekal berharga bagi penulis untuk terus belajar dan berkembang.

Sahabat seperjuangan, yang telah memberikan kontribusi serta menjadi bagian penting dalam proses penelitian ini. Terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan dukungan yang senantiasa hadir di setiap tahap perjuangan ini. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang diberikan dibalas dengan ganjaran pahala yang berlipat ganda oleh Allah Swt.

HALAMAN MOTO

“Apabila manusia ditimpa kesusahan, dia berdoa kepada Kami dalam keadaan berbaring, duduk, atau berdiri. Namun, setelah Kami hilangkan kesusahan itu darinya, dia kembali (ke jalan yang sesat) seolah-olah dia tidak pernah berdoa kepada Kami untuk (menghilangkan) kesusahan yang telah menimpanya. Demikianlah, dijadikan terasa indah bagi orang-orang yang melampaui batas itu apa yang selalu mereka kerjakan.” (Q.S Yunus: 12)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kehadiran Allah Swt., atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang telah menjadi penopang utama, sehingga penulis berhasil menuntaskan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Pengembangan Aplikasi Bergerak Verifikasi Status Halal Produk Berdasarkan Komposisi Bahan Menggunakan *Optical Character Recognition* dengan Dukungan Pencarian Manual di *Database*”. Selawat serta salam semoga senantiasa terlimpah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad saw., yang merupakan teladan utama umat manusia dalam menyebarkan cahaya ilmu ke seluruh penjuru dunia.

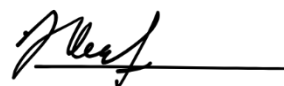
Penyelesaian tugas akhir ini merupakan prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Informatika di Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini memiliki fokus utama pada pengembangan aplikasi berbasis Android yang ditujukan untuk memfasilitasi verifikasi status halal produk secara mandiri oleh pengguna. Dalam perjalanan penelitian, penulis dihadapkan pada berbagai kendala, baik yang bersifat teknis maupun nonteknis, seperti penyesuaian kebutuhan pengguna dan manajemen waktu yang ketat. Namun, seluruh tantangan tersebut berhasil dilalui berkat dukungan dan kontribusi dari berbagai pihak.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua tercinta atas segala dukungan spiritual, doa yang tak pernah terputus, dan motivasi tanpa batas. Apresiasi juga ditujukan kepada dosen pembimbing atas arahan, ilmu, dan kesabaran yang tak terhingga; seluruh jajaran dosen dan staf Program Studi Informatika; serta kepada rekan-rekan dan sahabat seperjuangan yang telah menjadi sumber semangat selama proses ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala bentuk masukan, kritik, dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Besar harapan penulis, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan dan pemanfaatan teknologi, khususnya dalam mendukung literasi dan pemenuhan kebutuhan halal umat Islam.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 20 Oktober 2025



(M Javier Rasyadi)

SARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi bergerak (*mobile application*) yang berfungsi sebagai solusi mandiri bagi pengguna untuk memverifikasi status halal dan haram suatu produk, dengan berfokus pada analisis komposisi bahan baku menggunakan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR). Aplikasi dikembangkan sebagai respons atas keterbatasan metode verifikasi konvensional, seperti *barcode*, yang kurang dalam memberikan transparansi pada tingkat bahan aditif, khususnya pada produk impor atau yang belum bersertifikat halal.

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah *Design Thinking*, yang berorientasi pada pengguna (*human-centered*), melalui tahapan *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*. Aplikasi diimplementasikan menggunakan platform Android Studio dan memanfaatkan *Cloud Firestore* sebagai basis data utama. Fitur utama aplikasi mencakup pemindaian OCR yang terintegrasi dengan fungsi terjemahan otomatis dari berbagai bahasa ke bahasa Inggris, serta dukungan verifikasi status halal berdasarkan dua mazhab hukum Islam, yaitu Hanafi dan Syafi'i.

Validasi sistem dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu pengujian fungsionalitas menggunakan *Black Box Testing* dan pengujian kegunaan menggunakan *System Usability Scale* (SUS). Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa seluruh fitur fungsional berjalan optimal, meskipun teridentifikasi tantangan minor pada akurasi OCR saat memproses kemasan dengan teks miring atau reflektif. Secara kuantitatif, skor akhir SUS yang diperoleh adalah 80,156, yang menempatkan aplikasi dalam kategori *acceptable*. Analisis kualitatif lebih lanjut menunjukkan bahwa meskipun proses verifikasi bahan secara fundamental kompleks (membutuhkan kehati-hatian tinggi), aplikasi berhasil menciptakan platform yang logis dan intuitif bagi pengguna. Keberadaan mekanisme pelaporan kesalahan (*feedback loop*) dalam sistem juga memvalidasi kesiapan aplikasi untuk penyempurnaan data secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Aplikasi Bergerak, Verifikasi Halal, *Optical Character Recognition* (OCR), *Design Thinking*, Komposisi Bahan, *System Usability Scale* (SUS).

GLOSARIUM

Optical Character Recognition

Teknologi yang mampu mengonversi teks tercetak atau tulisan tangan menjadi data digital yang dapat diproses oleh komputer.

Halal

Segala sesuatu yang diizinkan atau diperbolehkan oleh syariat Islam untuk dikonsumsi, digunakan, atau dilakukan.

Syubhat

Suatu perkara atau produk yang status hukumnya tidak jelas atau meragukan, berada di antara batasan halal dan haram. satu perkara atau produk yang status hukumnya tidak jelas atau meragukan, berada di antara batasan halal dan haram.

Haram

Segala sesuatu yang secara tegas dilarang atau tidak diizinkan oleh syariat Islam.

Design Thinking

Pendekatan yang berpusat pada manusia (*human-centered*) dan bertujuan untuk menghasilkan solusi inovatif atas masalah yang kompleks.

Cloud Firestore

Layanan basis data NoSQL berbasis *cloud* dari Firebase yang menyimpan dan menyinkronkan data secara *real-time*.

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	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metodologi Penelitian Secara Umum	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Konsep Penentuan Halal dan Haram Produk.....	11
2.3 Implementasi Teknologi dalam Penentuan Halal dan Haram.....	15
2.4 Metode <i>Design Thinking</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 <i>Empathize</i>	22
3.2 <i>Define</i>	27
3.3 <i>Ideate</i>	29
3.4 <i>Prototyping</i>	34
3.5 <i>Testing</i>	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Hasil Implementasi Aplikasi	57
4.2 Hasil Implementasi <i>Database</i>	66
4.3 Hasil Pengujian Aplikasi.....	68
4.4 Pembahasan.....	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Metode yang digunakan pada penelitian yang relevan	8
Tabel 2.2 Kategorisasi Teknologi yang Digunakan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2.3 Perbandingan konsep mazhab	14
Tabel 3.1 Hasil <i>review</i> 11 aplikasi serupa	23
Tabel 3.2 Pernyataan masalah dari pengguna dan ahli	27
Tabel 3.3 Daftar solusi dari permasalahan	29
Tabel 3.4 Daftar fitur dan keterangannya	30
Tabel 3.5 <i>Black Box Testing</i> fitur <i>search in database</i>	49
Tabel 3.6 <i>Black Box Testing</i> halaman kamera	50
Tabel 3.7 <i>Black Box Testing</i> ketepatan OCR	50
Tabel 3.8 <i>Black Box Testing</i> fitur verifikasi halal haram	51
Tabel 3.9 <i>Black Box Testing</i> fitur <i>history</i>	52
Tabel 3.10 Pernyataan <i>System Usability Scale</i>	52
Tabel 3.11 Skala Likert <i>System Usability Scale</i>	53
Tabel 3.12 Pernyataan kuesioner untuk ahli	54
Tabel 3.13 Pernyataan kuesioner rinci dari SUS	55
Tabel 4.1 Jumlah data di <i>database</i>	68
Tabel 4.2 Pengujian <i>Black Box</i> fitur <i>search in database</i>	69
Tabel 4.3 Pengujian <i>Black Box</i> halaman kamera	69
Tabel 4.4 Pengujian <i>Black Box</i> ketepatan OCR	70
Tabel 4.5 Pengujian <i>Black Box</i> fitur verifikasi halal haram	70
Tabel 4.6 Pengujian <i>Black Box</i> fitur <i>History</i>	71
Tabel 4.7 Demografi responden	72
Tabel 4.8 Hasil pengujian SUS	73
Tabel 4.9 Hasil perhitungan dari pengujian SUS	74
Tabel 4.10 Hasil perhitungan kuesioner khusus untuk ahli	75
Tabel 4.11 Hasil perhitungan kuesioner terperinci	77
Tabel 4.12 Pengujian <i>translate</i> dari bahasa asing	80
Tabel 4.13 Data <i>confusion matrix</i> mazhab Hanafi	88
Tabel 4.14 Perhitungan POV halal mazhab Hanafi	88

Tabel 4.15 Perhitungan POV syubhat mazhab Hanafi	89
Tabel 4.16 Perhitungan POV haram mazhab Hanafi.....	90
Tabel 4.17 Data <i>confusion matrix</i> mazhab Syafii.....	90
Tabel 4.18 Perhitungan POV halal mazhab Syafii	91
Tabel 4.19 Perhitungan POV syubhat mazhab Syafii.....	92
Tabel 4.20 Perhitungan POV haram mazhab Syafii	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Langkah <i>Design Thinking</i>	22
Gambar 3.2 Wawancara dengan ahli	25
Gambar 3.3 <i>Empathy map</i>	26
Gambar 3.4 Diagram alur melakukan OCR.....	31
Gambar 3.5 Diagram alur pilihan mazhab	31
Gambar 3.6 Diagram alur fitur <i>search in database</i>	32
Gambar 3.7 Diagram alur fitur <i>history</i>	32
Gambar 3.8 Diagram alur fitur <i>report</i>	32
Gambar 3.9 Diagram alur seluruh aplikasi	33
Gambar 3.10 Rancangan halaman utama.....	35
Gambar 3.11 Rancangan halaman kamera.....	36
Gambar 3.12 Rancangan halaman hasil.....	37
Gambar 3.13 Rancangan halaman history	38
Gambar 3.14 Blok diagram proses <i>search in database</i>	39
Gambar 3.15 Blok diagram proses OCR	40
Gambar 3.16 Struktur <i>database</i>	48
Gambar 3.17 Penilaian <i>System Usability Scale</i>	54
Gambar 4.1 Tampilan halaman utama dan fitur <i>search in database</i>	58
Gambar 4.2 Tampilan halaman kamera dan edit	60
Gambar 4.3 Tampilan OCR dan halaman hasil	62
Gambar 4.4 Tampilan fitur laporan	63
Gambar 4.5 Tampilan halaman <i>more</i>	64
Gambar 4.6 Tampilan daftar halaman <i>history</i>	65
Gambar 4.7 Tampilan halaman <i>about us</i> dan <i>fatwa reference</i>	66
Gambar 4.8 Tampilan <i>database</i> pada <i>Cloud Firestore</i>	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi digital dan perkembangan teknologi informasi telah menghadirkan transformasi mendasar dalam berbagai aspek kehidupan manusia di abad ke-21. Transformasi ini tidak hanya mengubah cara manusia berkomunikasi dan bekerja, tetapi juga telah merevolusi bagaimana masyarakat mengidentifikasi, memilih, dan mengonsumsi berbagai produk. Dalam konteks global yang semakin terkoneksi ini, kebutuhan akan informasi yang cepat, akurat, dan dapat diakses secara *real-time* menjadi semakin krusial, terutama dalam hal keamanan dan kehalalan produk konsumsi.

Industri halal global kini telah berkembang menjadi sektor ekonomi yang sangat dinamis, dengan nilai pasar yang signifikan dan pertumbuhan yang terus meningkat. Laporan *State of the Global Islamic Economy Report 2024/25* mencatat pengeluaran konsumen muslim global diperkirakan mencapai US2,4 triliun pada tahun 2024, dan diproyeksikan akan tumbuh menjadi US3,36 triliun pada tahun 2028. Pertumbuhan ini tidak hanya didorong oleh populasi muslim global yang kini mencapai 2 miliar jiwa, tetapi juga oleh meningkatnya kesadaran dan ketaatan terhadap nilai-nilai etika dalam konsumsi. Di tengah lanskap ini, Indonesia memegang peranan penting sebagai negara dengan populasi muslim terbesar di dunia. Hal ini dibuktikan dengan peringkat Indonesia yang menempati posisi ketiga dalam *Global Islamic Economy Indicator* (GIEI) untuk periode 2023/2024, unggul di sektor makanan, minuman, dan fesyen (DinarStandard, 2025).

Besarnya jumlah penduduk muslim di Indonesia menciptakan tantangan tersendiri dalam memenuhi kebutuhan produk halal bagi berbagai pihak yang terlibat. Bagi masyarakat muslim Indonesia, mengonsumsi produk halal bukan hanya sekedar pilihan atau gaya hidup, tetapi merupakan kewajiban yang harus dipenuhi sesuai dengan syariat Islam. Status kehalalan suatu produk melibatkan banyak aspek yang harus diperhatikan, di mana produk tidak hanya harus bebas dari bahan-bahan haram, tetapi juga harus melalui proses yang benar mulai dari pemilihan bahan baku, cara produksi, sampai pendistribusiannya yang harus sesuai dengan prinsip *ṭayib* (baik, bersih, dan aman) (Andita et al., 2021). Hal ini menunjukkan perlunya sistem verifikasi yang dapat dipercaya dan mudah digunakan untuk memastikan produk yang beredar memenuhi standar halal yang telah ditetapkan.

Dalam upaya memberikan jaminan kehalalan produk, Indonesia telah mengembangkan sistem sertifikasi yang dikelola oleh Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM MUI) dan diawasi oleh Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH). Sistem ini telah berkembang secara signifikan sejak pertama kali diimplementasikan, dengan jumlah produk tersertifikasi halal yang terus meningkat setiap tahunnya. Namun, di tengah pesatnya pertumbuhan industri dan beragamnya produk yang beredar di pasaran, muncul berbagai tantangan baru yang perlu diatasi. Data dari BPJPH menunjukkan bahwa hingga tahun 2023, masih terdapat kesenjangan yang signifikan antara jumlah produk yang beredar di pasaran dengan produk yang telah memiliki sertifikasi halal.

Sistem verifikasi yang ada saat ini, baik melalui aplikasi atau situs web resmi, umumnya mengharuskan pengguna memindai kode batang atau memasukkan data secara manual untuk mengecek status sertifikasi. Keterbatasan ini menjadi masalah ketika produk tidak memiliki sertifikasi halal yang jelas, seperti produk dari Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) atau produk impor dari negara nonmuslim. Selain itu, tantangan terbesar yang dihadapi konsumen adalah rumitnya daftar bahan (*ingredients*) yang sering kali dicetak dengan huruf kecil, rumit, atau menggunakan bahasa asing. Kompleksitas rantai pasok makanan modern sering kali melibatkan bahan tambahan, perisa, atau zat lain yang status kehalalannya ambigu. Hal ini menciptakan kesenjangan antara jaminan yang diberikan oleh sistem sertifikasi formal dan kebutuhan verifikasi mandiri oleh konsumen, yang menuntut transparansi lebih pada tingkat bahan baku.

Secara spesifik, urgensi sistem verifikasi mandiri ini menjadi sangat krusial bagi segmen masyarakat muslim yang berada di luar jangkauan ekosistem sertifikasi halal MUI, seperti diaspora Indonesia, pelajar, wisatawan muslim yang berada di negara berpenduduk minoritas muslim, atau konsumen domestik yang kerap mengonsumsi produk impor dari negara non-muslim (seperti Korea, Jepang, atau Cina). Berbeda dengan produk lokal di Indonesia yang mayoritas telah memiliki label halal yang jelas, produk di negara-negara non-muslim sering kali tidak mencantumkan logo halal dan memiliki komposisi bahan yang ditulis dalam bahasa lokal negara tersebut. Ketiadaan standardisasi label halal dan kendala bahasa ini menempatkan kelompok pengguna tersebut pada risiko tinggi mengonsumsi produk non-halal (syubhat atau haram) tanpa disadari. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk membantu target audiens tersebut dalam melakukan filtrasi mandiri terhadap produk-produk global yang status kehalalannya tidak dapat dipastikan secara visual.

Di tengah tantangan tersebut, teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) muncul sebagai solusi inovatif yang menawarkan potensi besar. OCR adalah teknologi yang mampu mengonversi teks tercetak atau tulisan tangan menjadi data digital yang dapat diproses oleh komputer. Dalam penerapannya pada verifikasi produk halal, OCR memungkinkan sistem untuk secara langsung membaca dan menganalisis informasi yang tercantum pada kemasan produk, seperti daftar bahan, nama produsen, hingga detail lain yang relevan. Teknologi ini menghilangkan ketergantungan pada keberadaan *barcode* atau kode khusus, sehingga memberikan fleksibilitas dan kemudahan yang lebih tinggi (Tarannum et al., 2024). Penelitian menunjukkan bahwa OCR memiliki kemampuan unggul dalam mengenali teks dari berbagai format visual, menjadikannya alat yang sangat efektif untuk kebutuhan pemrosesan data berbasis teks (Sunardi et al., 2022).

Selain tantangan teknis, aspek fikih merupakan inti dari verifikasi halal. Terdapat perbedaan pandangan signifikan di antara mazhab-mazhab utama dalam Islam, khususnya mengenai *istihalah* (transformasi zat) dan syubhat (hal yang ambigu). Penelitian ini secara spesifik berfokus pada dua mazhab, yaitu Hanafi dan Syafi'i, untuk memberikan opsi verifikasi yang sesuai dengan preferensi keyakinan pengguna. Mazhab Hanafi memiliki pandangan yang lebih luas mengenai *istihalah*, di mana suatu zat najis dapat berubah statusnya menjadi suci jika mengalami transformasi total. Sebaliknya, Mazhab Syafi'i memiliki pandangan yang lebih ketat, di mana zat najis, terutama najis *'ain* seperti babi, tetap haram meskipun telah berubah (Arifin, 2019). Perbedaan ini menunjukkan bahwa verifikasi kehalalan tidak dapat diseragamkan. Dengan mengintegrasikan perbedaan fikih ini ke dalam basis data, aplikasi ini memberikan tingkat personalisasi yang signifikan, memungkinkan pengguna membuat keputusan yang selaras dengan keyakinan mereka.

Pengembangan aplikasi mobile yang memadukan teknologi OCR dengan *database* halal merupakan inovasi yang menjawab kebutuhan masyarakat muslim masa kini. Solusi ini tidak hanya memberikan kemudahan dalam memverifikasi status halal produk secara *real-time*, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan literasi halal di kalangan masyarakat. Dengan tingkat penetrasi *smartphone* di Indonesia yang, berdasarkan DataReportal (2024), mencapai 66,5% dari total populasi atau sekitar 185,3 juta orang, aplikasi ini memiliki peluang besar untuk menjadi alat yang efektif dalam mendukung gaya hidup halal. Selain itu, laporan dari *Global Islamic Economy Indicator* (2023) mencatat bahwa Indonesia berada di posisi teratas dalam sektor gaya hidup halal global, menunjukkan tingginya kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi produk halal yang sesuai dengan prinsip-prinsip syariat Islam.

Penelitian ini hadir sebagai respons terhadap urgensi akan solusi teknologi yang dapat menjembatani kesenjangan informasi dalam ekosistem produk halal. Melalui pengembangan aplikasi *mobile* yang mengintegrasikan teknologi OCR dan *database* halal, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan aksesibilitas informasi halal bagi konsumen muslim. Lebih dari sekadar alat verifikasi, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi katalis dalam mendorong transparansi industri halal dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi produk halal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini mencoba menjawab pertanyaan berikut:

- a. Bagaimana mengintegrasikan teknologi OCR pada aplikasi verifikasi halal haram?
- b. Bagaimana mengembangkan aplikasi verifikasi halal produk yang dapat membantu pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan dengan terarah dan mencapai tujuan yang diharapkan, terdapat beberapa batasan yang ditetapkan, yaitu:

- a. Aplikasi dikembangkan secara eksklusif untuk platform Android menggunakan bahasa pemrograman Kotlin dan Android Studio. Pengelolaan data di sisi *server* akan menggunakan *Cloud Firestore*, dan penyimpanan data lokal menggunakan *Room database*.
- b. *Database* yang digunakan dalam aplikasi masih terbatas pada daftar bahan makanan tertentu dan belum mencakup semua jenis bahan yang tersedia di pasar.
- c. Aplikasi hanya dirancang untuk pengguna akhir (*user*) tanpa menyediakan fitur bagi admin untuk memperbarui atau menambahkan informasi terbaru terkait bahan makanan halal.
- d. Teknologi OCR yang diimplementasikan akan difokuskan pada pengenalan teks cetak pada label produk dan tidak mencakup pengenalan tulisan tangan atau teks yang tidak terstruktur secara signifikan.
- e. Penelitian ini hanya akan mengintegrasikan perbedaan fatwa dan referensi dari dua mazhab fikih, yaitu Hanafi dan Syafi'i, dengan penekanan pada isu *istihalah* dan syubhat.

- f. Proses penerjemahan teks hasil pemindaian menggunakan teknologi *translation* dari ML Kit hanya berlaku untuk bahasa yang didukung oleh model ML Kit. Apabila bahasa tidak dapat teridentifikasi atau model tidak tersedia, maka proses penerjemahan berada di luar cakupan tanggung jawab sistem.
- g. Aplikasi ini membutuhkan koneksi internet yang stabil untuk melakukan verifikasi status kehalalan bahan (*database query*) dan proses penerjemahan bahasa (*translation model download*). Proses penentuan status halal, haram, atau syubhat dilakukan secara *real-time* dengan mengambil data dari *Cloud Firestore*, sehingga ketersediaan dan kualitas jaringan internet akan mempengaruhi keberhasilan pengambilan data.
- h. Hasil verifikasi status halal yang dihasilkan oleh aplikasi tidak dapat dijadikan sebagai penentu mutlak kehalalan suatu produk. Aplikasi hanya menilai berdasarkan informasi komposisi bahan yang tertera pada label produk, tanpa mempertimbangkan proses produksi atau penyembelian yang dapat memengaruhi status kehalalan bahan tersebut.
- i. Verifikasi kehalalan akan dibatasi pada produk makanan dan minuman saja.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

- a. Mengembangkan teknologi OCR yang dapat digunakan untuk membaca dan mengenali teks komposisi bahan pada kemasan produk. Mengintegrasikan teknologi OCR dengan *database* untuk memberikan hasil penentuan status halal/haram pada suatu produk.
- b. Mengembangkan aplikasi yang efisien dalam membantu konsumen muslim dalam memverifikasi status hukum (halal, haram, atau syubhat) pada bahan baku produk

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak:

- a. Memberikan solusi praktis bagi konsumen muslim untuk memverifikasi status kehalalan produk secara cepat dan efisien, terutama pada produk yang tidak memiliki label atau sertifikasi yang jelas.
- b. Menghadirkan alat bantu verifikasi mandiri yang memberdayakan konsumen dan meningkatkan transparansi pada tingkat bahan baku produk.

- c. Menjadi referensi bagi pengembangan aplikasi serupa di masa mendatang, dengan model arsitektur sistem yang mengintegrasikan teknologi modern dengan prinsip-prinsip fikih klasik.
- d. Menyediakan wawasan berharga bagi pelaku industri dan regulator tentang kebutuhan konsumen akan transparansi dan akurasi data bahan produk.

1.6 Metodologi Penelitian Secara Umum

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Design Thinking*, sebuah pendekatan yang berpusat pada manusia (*human-centered*) dan bertujuan untuk menghasilkan solusi inovatif atas masalah yang kompleks. Metode ini dipilih karena memberikan fleksibilitas, fokus pada kebutuhan pengguna (*desirability*), dan kerangka kerja yang sistematis untuk mengubah wawasan (*insights*) menjadi solusi nyata.

Proses *Design Thinking* dalam penelitian ini dilakukan melalui serangkaian mode (tahapan) yang saling terkait, yaitu:

- a. *Empathize* (berempati): Tahap awal untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai pengguna dan tantangan yang mereka hadapi terkait verifikasi bahan. Ini melibatkan pengumpulan data kualitatif untuk mengungkap kebutuhan emosional dan fisik pengguna.
- b. *Define* (mendefinisikan): Menganalisis dan mensintesis data yang diperoleh pada tahap *empathize* untuk merumuskan pernyataan masalah yang jelas dan terfokus (*point of view/POV*), mengubah tantangan menjadi peluang yang dapat diselesaikan.
- c. *Ideate* (menggagas): Tahap untuk menghasilkan ide-ide solusi kreatif yang luas (*going wide*), didorong oleh pertanyaan *how might we* (HMW) yang dirumuskan dari POV.
- d. *Prototype* (membuat prototipe): Mengubah ide-ide terpilih menjadi representasi fisik atau digital yang nyata (*tangible*), seperti *mockup* dan *wireframe* (menggunakan Figma), yang cepat dan murah dibuat (*low-resolution*) untuk diuji.
- e. *Test* (menguji): Tahap untuk mendapatkan umpan balik langsung dari pengguna terhadap prototipe yang telah dibuat. Pengujian ini tidak hanya memvalidasi solusi tetapi juga menyempurnakan wawasan mengenai masalah pengguna.

Metode *Design Thinking* ini dinilai paling efektif untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat mencapai titik temu antara keinginan pengguna, Kelayakan teknologi (OCR dan *mobile*), dan keberlanjutan solusi yang dihasilkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang yang mendasari penelitian, perumusan permasalahan yang akan dijawab, batasan ruang lingkup penelitian, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, serta sistematika penulisan dari laporan akhir.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan tinjauan pustaka, memberikan wawasan mendalam mengenai teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian, serta menganalisis studi-studi sebelumnya yang telah dilakukan terkait topik yang sama atau relevan dengan penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, metode pengumpulan data, serta teknik pengembangan dan pengujian sistem

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengembangan aplikasi, analisis performa, dan diskusi terkait efektivitas sistem dalam mendukung kebutuhan konsumen muslim.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut di masa depan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Telah dilakukan penelitian untuk meninjau literatur serupa dalam konteks aplikasi verifikasi kehalalan produk secara digital, di mana terdapat tiga metode utama yang sering digunakan: pemindaian kode batang (*barcode*), kode QR (*QR code*), dan pengenalan karakter optik (OCR). Penelitian-penelitian ini disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Metode yang digunakan pada penelitian yang relevan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Keunikan
1	Wahab et al., 2020)	<i>Development of Mobile Application to Recognition Muslim Products</i>	<i>Barcode</i>	Tidak ada keunikan spesifik.
2	(Ying & Zaaba, 2022)	<i>MyHalal: An Interactive Application.</i>	<i>Barcode</i>	Menggabungkan 3 jenis pencarian (domestik, internasional, <i>e-numbers</i>).
3	(Rahmawati et al., 2023)	<i>Mobile Application for Halal Food Product Information with Geofencing Technology Based on Qr Code</i>	QR Code	Teknologi <i>geofencing</i> untuk menunjukkan lokasi toko yang menjual produk halal di sekitar pengguna.
4	(Hidayat & Afrizal, 2022)	<i>Application System for Checking Halal Product Status Using QR-Code Based on Android and Web</i>	QR Code	Tidak ada keunikan spesifik.
5	(Bangkit, 2022)	Implementasi <i>Named-Entity Recognition</i> dan <i>Optical Character Recognition</i> untuk Aplikasi Pendeteksi Kehalalan Bahan Makan	OCR	Menggunakan <i>named-entity recognition</i> (NER) untuk mengklasifikasikan bahan secara langsung menjadi halal, haram, atau syubhat.
6	(Tarannum et al., 2024)	<i>HALALCheck: A Multi-Faceted Approach for Intelligent Halal</i>	OCR	Menggunakan <i>deep learning</i> (YOLOv5) dan

		<i>Packaged Food Recognition and Analysis</i>		memvalidasi hasil klasifikasi halal/haram.
7	(Sadad, 2023)	Pengembangan Perangkat Lunak Deteksi Status Halal Bahan Tambahan Produk Makanan Menggunakan <i>Framework Scrumban</i>	OCR	Tidak ada keunikan spesifik.
8	(Zariman et al., 2025)	<i>Halalcheck: AI-Powered Food Ingredient Scanner</i>	OCR	Menggunakan <i>machine learning (logistic regression)</i> untuk klasifikasi halal/haram.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah diuji, terlihat bahwa pendekatan berbasis *barcode* atau *QR code* umumnya digunakan untuk mengidentifikasi produk berdasarkan sertifikasi formal yang terdaftar pada sistem resmi (seperti Halal MUI dari Indonesia atau JAKIM dari Malaysia). Namun, keterbatasan mendasar dari metode ini adalah kegagalannya dalam memberikan transparansi pada tingkat bahan baku produk. Ketika produk belum bersertifikat, atau ketika konsumen meragukan bahan aditif yang tertera dalam bahasa asing, pemindaian kode batang menjadi tidak relevan. Padahal, OCR memungkinkan verifikasi hingga tingkat bahan yang mendalam, suatu hal yang tidak dapat dilakukan oleh *barcode*. Ini vital, sebab status halal suatu produk sejatinya ditentukan oleh komposisinya, bukan hanya sertifikasi produk secara keseluruhan. Sementara *barcode* hanya memberikan identifikasi umum, OCR mampu mengungkap bahan tersembunyi atau aditif yang mungkin tidak halal.

Sebaliknya, metode *Optical Character Recognition* (OCR) secara inheren lebih unggul dalam mengatasi tantangan ini, terutama dalam konteks verifikasi bahan. OCR memungkinkan ekstraksi teks daftar bahan, yang sering kali dicetak kecil, rumit, atau multi-bahasa langsung dari kemasan fisik. Dengan menggunakan OCR, konsumen dapat melakukan *self-auditing* terhadap *ingredients* produk melampaui verifikasi sertifikasi semata. Keunggulan ini sangat krusial mengingat kompleksitas rantai pasok makanan yang melibatkan banyak bahan tambahan dengan status kehalalan yang ambigu. Penelitian menunjukkan bahwa integrasi OCR dan *machine learning* (ML) mampu mengotomatisasi pengenalan teks pada label kemasan makanan untuk membantu pengguna menganalisis bahan.

Menjembatani kekurangan penelitian terdahulu, penelitian ini menambahkan dimensi verifikasi yang lebih komprehensif. Keunikan utama skripsi ini terletak pada kemampuan sistem untuk menampilkan status halal dari bahan baku yang dipindai berdasarkan dua mazhab hukum Islam yang berbeda (Hanafi dan Syafi'i). Selain itu, untuk mengatasi tantangan bahasa asing yang sering ada pada kemasan impor, aplikasi ini mengintegrasikan fungsi terjemahan otomatis (*automatic translation*) pada hasil OCR untuk standar bahasa baku, sehingga pengguna dapat memahami komposisi secara instan, tanpa perlu merujuk pada kamus terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini memilih OCR sebagai metode utama yang diperkuat dengan fitur *multi-mazhab* dan *translation* untuk menjembatani kesenjangan antara informasi sertifikasi formal dan kebutuhan transparansi bahan baku.

Meskipun metode OCR telah ditetapkan sebagai solusi yang unggul, implementasinya dihadapkan pada tantangan teknis yang signifikan. Akurasi *Optical Character Recognition* (OCR) sangat bergantung pada kualitas citra yang diproses. Teks yang buram, terdistorsi, atau menggunakan jenis huruf yang tidak biasa (*unusual font*) dapat menyebabkan OCR salah menginterpretasikan teks, yang berujung pada ekstraksi bahan baku yang tidak akurat. Secara khusus, bahan-bahan dengan nama yang tidak umum (*uncommon names*) atau dicetak dalam ukuran kecil (*small font*) berisiko tinggi untuk tidak terekam secara tepat, sehingga memengaruhi hasil klasifikasi status halal secara keseluruhan.

Setelah menetapkan OCR sebagai metode yang unggul, langkah selanjutnya adalah memilih implementasi teknologi OCR yang paling efektif untuk platform Android dalam konteks aplikasi yang melakukan scan pada produk makanan. Pilihan OCR sangat mempengaruhi akurasi dan kecepatan pemrosesan pada perangkat bergerak, salah satu pilihan OCR yang tersedia seperti *ML Kit*, *Tesseract OCR*, *PaddleOCR*, *AWS Textract*. Teknologi OCR akan disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kategorisasi Teknologi yang Digunakan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Teknologi yang Digunakan
1	(Suhairi et al., 2025)	Penerapan Teknologi <i>Optical Character Recognition</i> pada Aplikasi Pemindaian Nutrisi di Label Kemasan Makanan	<i>ML Kit</i>
2	(Rosyadi et al., 2024)	<i>Ingredients Identification Through</i>	<i>PaddleOCR</i>

		<i>Label Scanning Using PaddleOCR and ChatGPT for Information Retrieval</i>	
3	(Saputra et al., 2024)	<i>Implementation of Tesseract OCR and Bounding Box for Text Extraction on Food Nutrition Labels</i>	<i>TesseractOCR</i>
4	(Bangkit, 2022)	Implementasi Named-Entity Recognition dan Optical Character Recognition untuk Aplikasi Pendeteksi Kehalalan Bahan Makan	<i>AWS Textract</i>

Penelitian ini menggunakan *ML Kit Text Recognition* dari Google, yang merupakan teknologi berbasis *machine learning* yang dioptimalkan untuk perangkat *mobile*. Berdasarkan studi komparatif, *ML Kit* menunjukkan tingkat akurasi dan tingkat koreksi yang secara signifikan lebih baik daripada *Tesseract OCR*, meskipun *Tesseract* lebih cepat dalam beberapa kasus. Keunggulan *ML Kit* ini sangat penting untuk proyek verifikasi bahan, di mana kesalahan kecil dalam pengenalan nama bahan dapat mengubah status hukum produk (halal/haram). Sebagai contoh, penelitian dari Zulkarnain et al. (2020) menunjukkan bahwa akurasi *ML Kit* mencapai 99% pada 5 sampel gambar berbeda. Selanjutnya, penelitian lain menunjukkan bahwa *Google Cloud Vision* yang juga dikembangkan oleh Google lebih baik saat membaca dan menginterpretasikan jika dibandingkan dengan *Tesseract* dengan rata-rata akurasi mencapai 84,43% dari 84 sampel (Thammarak et al., 2022). Selain keunggulan performa tersebut, karena OCR diterapkan pada perangkat (*on-device*), *ML Kit* menyediakan model yang *pre-built* dan memiliki integrasi yang lebih baik pada platform Android/Kotlin, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang mengutamakan ketepatan hasil dan pengalaman pengguna.

2.2 Konsep Penentuan Halal dan Haram Produk

Halal dan haram adalah dua konsep utama dalam hukum Islam yang mengatur konsumsi dan penggunaan suatu produk. Halal berarti membebaskan, mengizinkan, atau membolehkan sesuatu. Dalam konteks makanan, halal merujuk pada makanan yang diperbolehkan untuk dikonsumsi menurut syariat Islam dan tidak menyebabkan dosa bagi yang mengonsumsinya. Sementara itu, *tayib* memiliki arti baik, bersih, bergizi, proporsional, dan aman. Makanan yang

tayib adalah makanan yang bermanfaat bagi tubuh, seimbang, dan aman untuk dikonsumsi, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Sebaliknya, haram mengacu pada hal yang dilarang secara tegas oleh *syara'* dan akan menimbulkan dosa jika dilakukan. Pelarangan dapat bersifat substantif (*ḥarām li dzātihi*, karena zatnya sendiri seperti babi atau khamar) atau eksternal (*ḥarām li ghairihi*, karena cara perolehannya). Dalam konteks produk makanan, status halal atau haram sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan, metode pengolahan, dan sumber bahan tersebut.

Setiap negara mayoritas muslim umumnya memiliki badan sertifikasi yang berwenang untuk menjamin bahwa produk yang beredar memenuhi standar kehalalan. Di Indonesia, LPPOM MUI menjadi lembaga yang mengatur proses sertifikasi halal, memastikan bahwa produk-produk lokal dan impor sesuai dengan syariat Islam. Sementara itu, di Amerika Serikat, lembaga seperti IFANCA (*Islamic Food and Nutrition Council of America*) bertanggung jawab untuk memberikan sertifikasi pada produk halal yang beredar. Di wilayah Eropa, seperti Inggris, peran ini dipegang oleh lembaga seperti *Halal Certification Europe* (HCE).

Keberadaan sertifikasi ini sangat penting karena memberikan jaminan bagi konsumen muslim bahwa produk yang mereka gunakan telah diperiksa dan dinyatakan sesuai dengan prinsip Islam. Selain itu, sertifikasi halal juga membantu produsen dalam menjangkau pasar muslim global, di mana kepercayaan terhadap kehalalan produk menjadi salah satu aspek yang sangat diperhatikan. Dengan sertifikasi yang terpercaya, konsumen dapat merasa lebih aman dan yakin terhadap pilihan produk yang mereka konsumsi sehari-hari.

Namun, penentuan halal seringkali menemui kendala di luar sistem sertifikasi resmi. Banyak produk, terutama dari Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) atau produk impor dari negara nonmuslim, belum memiliki sertifikasi halal yang jelas. Konsumen muslim yang berada di negara minoritas muslim sangat kesulitan dalam memastikan kehalalan produk, karena ketiadaan logo halal yang terpercaya, atau bahkan risiko peredaran logo palsu. Oleh karena itu, penentuan halal dan haram harus diarahkan pada penelusuran komposisi (*ingredients*) produk secara mandiri. Melalui verifikasi komposisi, masyarakat muslim dapat menentukan produk yang ingin dikonsumsi dengan merujuk pada sumber syariat langsung: Al-Qur'an dan Hadits, serta pandangan hukum (fikih) dari para ulama yang terangkum dalam perbandingan mazhab. Pendekatan ini menawarkan solusi *self-auditing* yang krusial bagi konsumen di tengah kompleksitas rantai pasok modern.

2.2.1 Perbandingan Mazhab Fiqih dan Konsep Istilah

Penentuan status hukum bagi bahan aditif modern sering kali berada di wilayah syubhat (samar atau tidak jelas hukumnya), yang berada di antara halal dan haram. Kerumitan ini sebagian besar dipicu oleh kaidah *istihalah* (perubahan zat) dan *istihlak* (pelarutan atau penghilangan sifat zat najis), yang memiliki perbedaan interpretasi mendasar di antara empat mazhab utama. *Istihalah* merujuk pada perubahan esensial (*tahawwul al-ayn*) suatu zat dari satu substansi ke substansi lain yang mengubah hukum syariat yang melekat padanya. *Istihlak* merujuk pada pelarutan suatu zat najis dalam cairan suci dalam jumlah yang sangat besar sehingga zat najis tersebut dianggap binasa dan tidak lagi dominan. Perbedaan interpretasi kaidah inilah yang menjadi inti perdebatan dalam produk pangan modern.

Mazhab Hanafi, yang didirikan oleh Imam Abu Hanifah, dikenal dengan kecenderungan rasionalisnya (*ra'yu*) dalam berijtihad (Safitri et al., 2023). Dalam isu *istihalah*, Mazhab Hanafi memiliki pandangan yang paling fleksibel dan luas. Mereka berpegangan pada prinsip bahwa perubahan hakiki suatu zat najis secara total (fisik dan kandungan) menghilangkan hukum najis asalnya, menjadikannya suci, bahkan jika perubahannya terjadi melalui campur tangan manusia (sintetik). Pandangan ini memberikan ruang adaptasi yang lebih besar terhadap proses kimiawi modern, seperti gelatin yang berasal dari babi melalui transformasi kimia radikal.

Mazhab Maliki, yang didirikan oleh Imam Malik bin Annas, dalam fatwa hukumnya, mazhab Maliki merujuk pada kitab Allah dan selanjutnya pada *as-sunnah* lalu kembali ke *qiyas* (Safitri et al., 2023). Maliki memiliki pandangan yang umumnya menerima *istihalah* dengan syarat bahwa perubahan tersebut harus bersifat keseluruhan (*kulliyah*). Mereka menganggap suatu zat menjadi suci jika perubahan tersebut menghilangkan sifat-sifat kenajisan secara menyeluruh dan total, meskipun dalam beberapa isu seperti darah ikan, mereka cenderung lebih longgar (mirip Hanafi) daripada Syafi'i.

Mazhab Syafi'i, yang didirikan oleh Imam Muhammad bin Idris al-Abbas, merupakan perpaduan antara mazhab Hanafi dan mazhab Maliki. Mazhab Syafi'i terkenal sebagai mazhab yang paling hati-hati (*wara'*) (Safitri et al., 2023). Dalam isu *istihalah*, Mazhab Syafi'i memiliki pandangan yang sangat restriktif dan terbatas, menolak *istihalah* secara umum. Mereka berpendapat bahwa zat najis *'ain* (seperti babi atau anjing) tetap haram meskipun telah mengalami perubahan total, kecuali dalam tiga kasus pengecualian yang kuat, di antaranya arak yang berubah menjadi cuka dengan sendirinya. Pendekatan ini menuntut pemeriksaan silsilah bahan baku yang ketat berdasarkan asal usul zat.

Mazhab Hanbali, yang didirikan oleh Imam Ahmad bin Hanbal, dikenal dengan pendekatannya yang sangat ketat dan mengutamakan *nash* di atas *ijtihad*. Adapun prinsip mazhab ini meliputi Al-Qur'an, *as-sunnah*, fatwa sahabat yang tidak diperselisihkan, dan *qiyas* (Safitri et al., 2023). Pandangan Mazhab Hanbali cenderung tidak menerima *istihalah* secara umum (mirip Syafi'i), kecuali terdapat dalil *syara'* yang mendukungnya. Dalam pandangan akhir mazhab ini, garam yang dihasilkan dari tempat yang bercampur dengan kotoran tetap dianggap najis.

Perbedaan mendasar ini menghasilkan kontras yang signifikan dalam pengambilan keputusan status bahan modern. Mazhab Hanafi mewakili pandangan yang fleksibel dan adaptif terhadap teknologi pengolahan pangan, sementara Mazhab Syafi'i mewakili pandangan yang paling hati-hati dan konservatif. Dalam kerangka kerja skripsi ini, di mana keterbatasan waktu dan ruang lingkup pengembangan menghalangi penyediaan perbandingan keempat mazhab secara detail, penelitian ini memilih untuk fokus pada Mazhab Hanafi dan Syafi'i. Kontras filosofis antara kedua mazhab ini memberikan perbandingan referensi hukum yang paling efektif dan terpersonalisasi, memungkinkan pengguna untuk memilih basis hukum yang paling sesuai dengan tingkat kehati-hatian mereka dalam mengonsumsi produk. Contoh dari perbedaan kedua mazhab ini ditampilkan pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Perbandingan konsep mazhab

Konsep Hukum	Mazhab Hanafi	Mazhab Syafi'i	Contoh kasus (perubahan status)
<i>Istihalah</i>	Diakui: menganggap perubahan total esensi dan sifat zat (kimiawi) dapat mengubah status hukumnya (najis menjadi suci/halal).	Tidak diakui: menetapkan bahwa perubahan esensi zat najis tidak secara otomatis mengubah status hukumnya (najis tetap najis), kecuali ada dalil khusus.	Arak menjadi cuka: hukumnya menjadi halal (suci) karena <i>istihalah</i> dianggap sebagai perubahan hakikat zat.
<i>Istihlak</i>	Diakui: jika zat najis bercampur dan melebur (larut) dalam zat suci dalam proporsi yang sangat kecil	Tidak diakui: menetapkan bahwa zat najis, meskipun larut dalam zat suci dalam jumlah kecil, tetap	Darah dalam air: Jika setetes darah jatuh ke kolam besar dan larut tanpa mengubah warna/rasa/bau,

	(menghilangkan sifat zat najis), maka zat najis tersebut dianggap <i>istihlak</i> (terkalahkan) dan dihukumi suci/halal.	menghukumi seluruh campuran sebagai najis jika tidak ada dalil yang kuat untuk <i>istihlak</i> .	mazhab Hanafi cenderung menganggap kolam tetap suci (jika memenuhi batas kuantitas tertentu).
Contoh penerapan modern	Memungkinkan pemanfaatan turunan babi (misalnya gelatin) yang telah melalui pemrosesan kimiawi yang sangat kompleks, jika terbukti terjadi <i>istihalah</i> total.	Lebih ketat dalam menghukumi turunan dari najis (<i>mughallazah</i> , seperti babi) sebagai najis, terlepas dari proses kimia yang telah dilalui.	Gelatin/enzim dari babi: Hanafi lebih terbuka pada kemungkinan statusnya menjadi halal setelah <i>istihalah</i> total. Syafi'i cenderung menghukuminya haram/najis.

2.3 Implementasi Teknologi dalam Penentuan Halal dan Haram

Pesatnya perkembangan industri halal secara global menuntut adanya metode verifikasi yang efisien, transparan, dan mudah diakses oleh konsumen. Dalam konteks ekonomi digital dan penggunaan *smartphone* yang masif, aplikasi seluler telah menjadi alat penting yang menjembatani produsen bersertifikasi halal dengan konsumen yang mencari jaminan kehalalan produk. Verifikasi digital ini bertindak sebagai infrastruktur integral dalam ekosistem halal modern, menggantikan pendekatan manual yang lambat dengan sistem yang lebih cepat dan andal, sehingga mampu mengatasi batasan geografis dan waktu. Teknologi yang paling dominan diimplementasikan dalam aplikasi verifikasi produk halal adalah *barcode*, *QR code* (*quick response code*), dan *OCR* (*Optical Character Recognition*).

Barcode (kode batang) merupakan teknologi identifikasi otomatis yang telah menjadi standar universal dan digunakan secara global untuk produk massal. Secara umum, *barcode* adalah representasi data yang terdiri dari garis-garis hitam dan spasi putih dengan lebar yang bervariasi, yang kemudian diinterpretasikan oleh pemindai optik. Dalam sektor pangan, *barcode* sangat diandalkan untuk identifikasi cepat, mengurangi potensi kesalahan pengguna,

dan memfasilitasi pelacakan item dalam jumlah besar (identifikasi produk massal) karena biaya implementasinya yang relatif efisien. Oleh karena itu, *barcode* sering dipilih oleh pengembang aplikasi verifikasi halal sebagai metode utama yang mendukung kecepatan dan kepraktisan (Rasyadi & Kurniawardhani, 2025), sejalan dengan kebutuhan pasar yang serba cepat. Namun demikian, sebagai teknologi satu dimensi, kemampuannya terbatas dalam menyimpan kompleksitas data yang besar, sehingga informasi yang ditampung hanya berupa kode identifikasi unik produk saja.

Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut, muncul teknologi *QR code* (*quick response code*), yang merupakan evolusi dari *barcode* satu dimensi menjadi kode dua dimensi yang lebih mutakhir. *QR code* terdiri dari titik-titik hitam dan ruang putih yang disusun dalam sebuah kisi-kisi atau matriks. Teknologi ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1994, namun penggunaannya meluas karena memiliki kemampuan pemindaian *omnidirectional* berkecepatan tinggi dan mampu menyimpan informasi yang jauh lebih banyak daripada *barcode* standar, hingga sepuluh kali lipat dari ruang yang sama. Dalam konteks industri halal, *QR code* menjadi pilihan karena dapat menampung nomor sertifikasi halal yang panjang dan rinci, menjadikannya sarana yang lebih efektif dalam digitalisasi informasi produk.

Integrasi kedua teknologi ini dalam sistem verifikasi produk halal diatur melalui dua proses utama yang harus berkesinambungan. Proses pertama, yang disebut *encode*, merupakan tahapan krusial yang harus dilakukan oleh produsen atau admin; di sini, data sertifikasi halal resmi dari lembaga berwenang (seperti LPPOM MUI di Indonesia atau JAKIM di Malaysia) direkam dan diubah menjadi kode identifikasi unik, yang kemudian dicetak pada kemasan produk. Tanpa proses *encode* ini, kode verifikasi tidak akan tersedia di kemasan untuk dipindai oleh konsumen. Proses kedua, yang disebut *decode*, merupakan fungsi inti aplikasi verifikasi yang dilakukan oleh konsumen. Konsumen menggunakan aplikasi seluler untuk memindai kode, lalu aplikasi menerjemahkan (*decode*) kode tersebut untuk mendapatkan ID produk atau nomor sertifikasi halal. ID yang diperoleh ini selanjutnya digunakan untuk menelusuri data melalui basis data server dan menampilkan informasi detail produk secara otomatis, termasuk status sertifikasi halal, nama produsen, dan masa berlaku sertifikat.

Meskipun metode pemindaian *barcode* dan *QR code* unggul dalam kecepatan dan efisiensi, dominasi kedua teknologi ini dalam aplikasi verifikasi harus disikapi dengan kritis karena memiliki kekurangan mendasar yang membatasi integritas jaminan halal. Di antara kelemahan utama adalah kerentanan terhadap pemalsuan dan penyalahgunaan karena sifatnya yang mudah direproduksi, serta keterbatasan mendasar bahwa kedua kode ini hanya

memberikan identifikasi produk umum dan tidak mampu memberikan detail komposisi bahan secara transparan. Keterbatasan ini menjadi celah signifikan, mengingat status halal suatu produk sejatinya ditentukan oleh komposisi bahannya, bukan hanya oleh sertifikasi produk secara keseluruhan. Oleh karena itu, penggunaan *barcode* dan *QR code*, meskipun praktis untuk identifikasi cepat, membutuhkan dukungan teknologi lain yang berfokus pada analisis bahan, seperti OCR, guna memberikan kedalaman dan transparansi verifikasi yang lebih utuh.

2.3.1 OCR (*Optical Character Recognition*)

Definisi dari OCR adalah proses mengkonversi teks yang terdapat pada dokumen cetak maupun digital, seperti label kemasan, menjadi teks yang dapat dimanipulasi secara digital oleh komputer, mempermudah proses input data dalam waktu yang relatif singkat (Suhairi et al., 2025). Dengan kemampuannya mengekstrak teks dari citra, OCR menjadi solusi alternatif yang vital ketika *barcode* rusak, tidak tersedia, atau tidak terdaftar dalam basis data aplikasi, khususnya untuk produk impor.

Dalam implementasi verifikasi, proses OCR dimulai ketika pengguna mengambil foto daftar komposisi atau label nutrisi pada kemasan produk menggunakan kamera perangkat *mobile*. Citra mentah yang diambil akan melalui serangkaian tahapan pemrosesan untuk memastikan teks dapat dikenali dengan akurat. Tahapan ini mencakup akuisisi gambar (penangkapan citra) yang menghasilkan citra raster dari teks pada dokumen. Selanjutnya, tahap pra-pemrosesan (*pre-processing*) dilakukan untuk memperbaiki kualitas gambar dari *noise* dan distorsi yang mungkin timbul akibat pencahayaan tidak merata, kontras rendah, atau permukaan kemasan yang melengkung atau reflektif. Teknik yang umum diterapkan dalam tahap ini meliputi konversi ke grayscale untuk fokus pada intensitas cahaya, penyesuaian kecerahan, penerapan teknik peningkatan kontras seperti CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*), dan penghilangan *noise* (*denoising*).

Setelah kualitas gambar dioptimalkan, proses berlanjut ke ekstraksi fitur (mendeteksi fitur geometris karakter), segmentasi karakter (memisahkan karakter tunggal), klasifikasi karakter (mengidentifikasi huruf, angka, atau simbol), hingga akhirnya terbentuk rekonstruksi teks menjadi string digital yang siap diolah lebih lanjut. Namun demikian, akurasi hasil ekstraksi teks ini sangat sensitif terhadap kualitas gambar, seperti ukuran *font* kecil, fokus yang buruk, resolusi rendah, atau kemasan yang melengkung, yang dapat menyebabkan kesalahan pengenalan karakter (*character error rate/CER*). Oleh karena itu, *output* teks mentah dari OCR perlu melalui tahapan *post-processing* untuk menangani kesalahan tersebut.

Dalam konteks aplikasi verifikasi, tahap *post-processing* menjadi krusial untuk meningkatkan keandalan data. Teknik yang diterapkan dapat mencakup penggunaan aturan (*rule-based*) dan analisis kontekstual untuk mengoreksi kesalahan umum, seperti salah pengenalan format unit atau karakter. Selain itu, *Large Language Model (LLM)* dapat diintegrasikan untuk menjalankan fungsi koreksi ejaan otomatis berbasis pemahaman konteks (misalnya, mengoreksi ejaan bahan yang salah seperti "brown suon" menjadi "brown sugar") sebelum pengambilan informasi. Setelah teks dikoreksi dan distandarisasi, aplikasi dapat melanjutkan ke proses pengambilan informasi (*information retrieval*) untuk memberikan deskripsi, keamanan konsumsi, nilai nutrisi, atau potensi kerugian dari bahan tersebut, yang diharapkan memberikan transparansi yang lebih besar dan memberdayakan konsumen untuk membuat keputusan berdasarkan pemahaman komprehensif. Dengan demikian, OCR adalah fondasi yang memberikan kedalaman analisis dan transparansi yang sangat dibutuhkan untuk verifikasi bahan pada produk kemasan.

2.3.1.1 Perbandingan Mesin dan Layanan *Optical Character Recognition (OCR)*

Setelah memahami prinsip dasar dan tantangan dari OCR, implementasi fungsionalitas pemindaian teks bergantung pada pemilihan mesin (*engine*) OCR yang tepat. Pilihan mesin ini menentukan tingkat akurasi, kecepatan pemrosesan, dan kelayakan sistem untuk digunakan pada perangkat bergerak (*mobile*). Dalam riset dan pengembangan aplikasi verifikasi halal dan nutrisi, beberapa mesin dan layanan OCR, baik *open source* maupun komersial, telah dievaluasi secara luas, termasuk *Tesseract*, *PaddleOCR*, serta layanan berbasis *cloud* seperti *AWS Textract* dan kerangka kerja mobile seperti *Google ML Kit*.

Tesseract OCR dikenal sebagai salah satu mesin *open-source* yang paling banyak digunakan dan memiliki komunitas pengguna yang besar. Mesin ini dikembangkan oleh Google dan memiliki keunggulan karena sifatnya yang dapat berdiri sendiri, menghilangkan ketergantungan pada API eksternal dan server. *Tesseract* mengintegrasikan arsitektur *deep learning* berbasis *Long Short-Term Memory (LSTM)*, yang meningkatkan akurasi dalam mengenali teks yang kompleks, termasuk teks pada gambar berkualitas rendah. Keunggulan *Tesseract* terletak pada akurasi yang lebih baik dibandingkan beberapa model *open source* lainnya, efisiensi waktu pemrosesan, dan kemampuannya menangani berbagai jenis font dan ukuran teks.

Sebagai alternatif yang lebih ringan dan canggih, *PaddleOCR* dari Baidu muncul sebagai pustaka OCR *open source* berbasis *deep learning*. *PaddleOCR* telah mengalami optimasi dan

pembaruan berkelanjutan sejak dirilis dan dikenal karena kecepatan dan efisiensinya dalam pengenalan teks. Arsitekturnya yang ringan, yang menggunakan model PP-OCrv4, dirancang untuk mempertahankan kinerja tinggi sambil mengurangi konsumsi sumber daya model. *PaddleOCR* mendukung berbagai bahasa, seperti Jepang, Korea, Prancis, dan Jerman. Pemanfaatannya mencakup berbagai kasus, mulai dari mendeteksi teks pada *chip*, ekstraksi konten video, hingga pengenalan teks pada *invoice*, dan telah menunjukkan hasil yang baik dalam pengenalan teks serta akurasi tinggi di berbagai tata letak.

Selain solusi *open source*, layanan komersial berbasis *cloud* juga menawarkan akurasi yang tinggi, seperti *AWS Textract* dari Amazon Web Services. *Textract* memanfaatkan teknologi *deep learning* Amazon yang sangat terukur untuk menganalisis miliaran gambar dan video setiap hari, dan dapat mendeteksi teks di berbagai jenis dokumen, termasuk laporan, gambar, dan formulir. Mesin ini terus belajar dari data baru, memungkinkannya memberikan akurasi tinggi di berbagai kasus penggunaan. Penerapan *AWS Textract* dapat menjadi pilihan, terutama dalam konteks skripsi yang memerlukan akurasi tinggi dalam memproses gambar dengan variasi bentuk dan warna.

Sementara itu, untuk pengembangan aplikasi *mobile* yang mengutamakan kecepatan implementasi dan kinerja perangkat, *Google ML Kit* sering kali menjadi kerangka kerja pilihan. *ML Kit* adalah kerangka kerja yang memanfaatkan kecerdasan buatan, termasuk OCR, dengan mesin pengenalan teks yang dapat mengenali teks dari gambar yang diambil melalui kamera atau diunggah dari galeri, lalu mengolahnya menjadi informasi yang mudah dipahami. Dalam banyak kasus, *ML Kit* direkomendasikan karena memberikan fleksibilitas optimal, terutama ketika dipadukan dengan teknik *bounding box* untuk memastikan fokus OCR hanya pada area label yang relevan, sehingga meningkatkan kejelasan dan akurasi hasil ekstraksi teks. Dengan menganalisis kelebihan dari setiap mesin ini, dapat dipahami bahwa pemilihan kerangka kerja sangat didorong oleh kebutuhan proyek. Apakah memprioritaskan kontrol *open source* (*Tesseract/PaddleOCR*), akurasi *cloud* (*AWS Textract*), atau mengutamakan efisiensi dan kecepatan implementasi *mobile* (*ML Kit*).

2.4 Metode *Design Thinking*

Inovasi yang efektif dan berkelanjutan dalam pengembangan sistem, terutama aplikasi yang berorientasi pada pengguna, tidak hanya memerlukan kecanggihan teknologi (*feasibility*) dan model bisnis yang menguntungkan (*viability*), tetapi yang terpenting adalah berpusat pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan manusia (*desirability*). Kerangka kerja yang secara

eksplisit memprioritaskan kebutuhan pengguna inilah yang dikenal sebagai *Design Thinking*. *Design Thinking* didefinisikan sebagai suatu proses yang berharga dan disiplin yang digunakan untuk membangun inovasi dan menciptakan solusi kreatif atas masalah yang kompleks. Pendekatan ini secara fundamental berbeda dari pemecahan masalah tradisional, di mana proyek inovasi seringkali hanya berfokus pada pemenuhan spesifikasi dalam batas anggaran yang telah ditentukan. Sebaliknya, *Design Thinking* menggali akar masalah dengan cepat, mendefinisikan spesifikasi yang didorong oleh kebutuhan pengguna, dan menghasilkan intervensi yang lebih holistik serta berkelanjutan (Plattner, 2010).

Proses *Design Thinking* adalah metodologi yang terdiri dari serangkaian mode (tahapan) yang saling terkait, bertujuan untuk memecahkan masalah dengan cara yang kreatif dan kolaboratif. Kerangka kerja yang diartikulasikan secara luas, seperti yang dipopulerkan oleh Plattner (2010), umumnya mencakup lima mode utama: *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*.

Proses dimulai dari *empathize* (berempati), yang merupakan mode inti dalam desain berpusat pada manusia. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengguna dan peduli terhadap kehidupan mereka, dengan memahami mengapa mereka melakukan sesuatu, kebutuhan fisik dan emosional mereka, serta apa yang bermakna bagi mereka. Dalam konteks penelitian ini, proses dilakukan dengan melakukan wawancara dengan beberapa user dan observasi terkait aplikasi serupa yang sudah terpublikasi di Google Play Store.

Setelah wawasan didapatkan, proses berlanjut ke mode *define* (mendefinisikan), yang bertujuan memberikan kejelasan dan fokus pada ruang desain. Tahap ini memerlukan sintesis temuan yang tersebar menjadi wawasan yang kuat (*powerful insights*) dan diakhiri dengan perumusan pernyataan masalah yang bermakna dan dapat ditindaklanjuti. Pernyataan masalah pada konteks penelitian ini adalah konsumen muslim membutuhkan kejelasan atas hukum dari produk dan bahan yang beredar di pasaran.

Mode ketiga, *ideate* (menggagas), adalah fase berkonsentrasi pada penciptaan ide, yang merepresentasikan proses “melebar” (*going wide*) dalam hal konsep dan hasil. *Ideate* berfungsi sebagai sumber bahan bakar untuk membangun prototipe dan membawa solusi inovatif kepada pengguna. Proses ini dimulai dengan merumuskan pernyataan *how might we* (HMW), yang berfungsi sebagai landasan peluncur untuk menghasilkan ide-ide kreatif. Pernyataan HMW yang baik akan menghasilkan rentang ide seluas mungkin, melampaui solusi yang sudah jelas, dan memaksimalkan potensi inovasi.

Selanjutnya, mode *prototype* (membuat prototipe) adalah tahap formal yang mengubah ide terpilih menjadi artefak nyata yang ditujukan untuk menjawab pertanyaan spesifik mengenai solusi akhir. Prototipe dibuat untuk berpikir, berkomunikasi, dan memulai percakapan yang terarah dengan pengguna. Penting untuk membuat prototipe resolusi rendah (*low-resolution*) yang cepat dan murah dibuat (bahkan hanya berupa sketsa atau *storyboard*), sehingga sumber daya seminimal mungkin dapat dialokasikan untuk setiap ide. *Prototyping* yang berhasil harus menghasilkan sesuatu yang nyata yang dapat digunakan atau dilibatkan oleh pengguna.

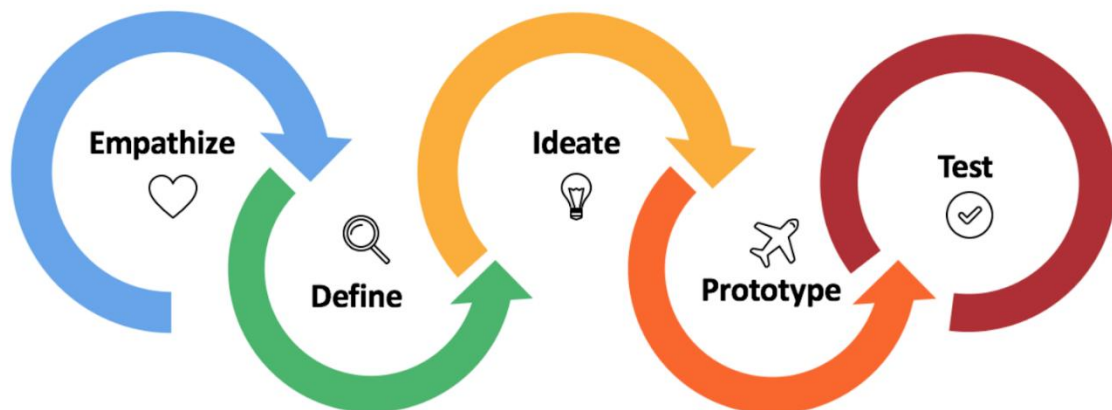
Mode terakhir dari proses ini adalah *test* (menguji), yang dilakukan untuk mendapatkan umpan balik langsung mengenai prototipe dari pengguna. Pengujian bukan sekadar menanyakan apakah pengguna menyukai prototipe, melainkan kesempatan untuk belajar lebih banyak tentang pengguna, menyempurnakan solusi, dan memvalidasi ulang wawasan yang telah ditemukan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci tentang metode yang digunakan dalam penelitian untuk mengembangkan aplikasi bergerak verifikasi status halal haram produk berbasis komposisi melalui OCR. Metodologi penelitian berperan penting dalam memastikan bahwa proses pengembangan dilakukan secara sistematis, terarah, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Design Thinking*, yaitu pendekatan pengembangan yang berpusat pada pengguna (*user-centered design*) dan berfokus pada upaya memahami kebutuhan, pengalaman, serta permasalahan nyata yang dihadapi oleh pengguna dalam kehidupan sehari-hari (Plattner, 2010). Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan solusi yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga relevan dan mudah digunakan oleh masyarakat.

Tahapan umum dalam metodologi ini digambarkan pada Gambar 3.1, yang menunjukkan alur berpikir dan langkah-langkah utama dalam proses pengembangan aplikasi menggunakan metode *Design Thinking*. Diagram tersebut menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian ini, di mana setiap tahap dilakukan secara berurutan hingga diperoleh hasil akhir aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 3.1 Langkah *Design Thinking*

3.1 *Empathize*

Langkah awal dalam pendekatan *Design Thinking* adalah fase *empathize* (empati), yang bertujuan untuk memahami masalah pengguna secara mendalam dan merasakan pengalaman mereka (*deep insight*). Fase ini berpusat pada manusia (*human-centered*) dan memerlukan

pengumpulan data berdasarkan preferensi, pengalaman, serta kendala yang dihadapi pengguna. Untuk mencapai pemahaman mendalam tentang kebutuhan pengguna, pada penelitian ini dilakukan observasi dengan melakukan kajian literatur (*literature review*), wawancara dengan ahli (seorang ustaz yang juga berprofesi di bidang audit kehalalan produk) dan *user*, dan visualisasi temuan melalui *empathy map*.

3.1.1 Observasi

Pada tahap ini, observasi dilakukan dengan kajian literatur komparatif dan melakukan *review* terhadap 11 aplikasi serupa yang telah diunggah di Google Play Store. Observasi dengan teknik ini memungkinkan untuk melihat kebutuhan pengguna serta membandingkan fitur antar aplikasi yang dapat berguna dalam pengembangan aplikasi verifikasi halal haram produk. Hasil dari observasi akan disajikan dalam Tabel 3.1 di bawah ini

Tabel 3.1 Hasil *review* 11 aplikasi serupa

No	Hasil Observasi
1	6 dari 11 aplikasi (sekitar 54%) memiliki cakupan data produk dengan skala regional, yang berarti data produk hanya tersedia pada negara tertentu saja dan tidak bisa digunakan secara global.
2	3 dari 11 aplikasi (sekitar 27%) yang menyediakan referensi fatwa halal dan haram pada produk. Hal ini menunjukkan rendahnya transparansi dari aplikasi yang tersedia saat ini.
3	Rendahnya transparansi di aplikasi juga didukung oleh kurangnya penjelasan detail dari fatwa halal dan haram. Hanya 3 dari 11 aplikasi yang menjelaskan mengapa fatwa dari produk tersebut bisa halal atau haram.
4	2 dari 11 aplikasi (sekitar 18%) yang menyediakan fitur terjemahan pada produk atau komposisi. Hal ini semakin membuktikan bahwa kurangnya aplikasi yang dapat digunakan dalam skala global.

3.1.2 Wawancara

Wawancara merupakan interaksi terstruktur antara dua pihak atau lebih, bertujuan untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan guna mengumpulkan informasi yang mendalam dari partisipan. Tujuan utama dari wawancara adalah untuk mendapatkan pemahaman yang

komprehensif terkait topik yang sedang dibahas melalui perspektif dan pengetahuan yang dimiliki oleh narasumber.

A. Tujuan

Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mendapatkan pemahaman terkait kebutuhan pengguna dan masukan dari ahli. Hal ini penting untuk mengidentifikasi fitur-fitur aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Tujuan utama pelaksanaan wawancara ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang terperinci mengenai kebutuhan fungsional dan nonfungsional pengguna serta memvalidasi konteks syariah dari aplikasi. Hal ini krusial untuk:

1. Mengidentifikasi Fitur Prioritas: Menggali fitur-fitur yang paling dibutuhkan oleh pengguna (*user needs*) agar sesuai dengan praktik konsumsi produk halal sehari-hari.
2. Validasi Konten Ahli: Mendapatkan masukan langsung dari ahli terkait keakuratan interpretasi hukum halal, haram, dan fikih yang akan diterapkan dalam *database* aplikasi.

B. Metode

Pada penelitian ini, digunakan metode wawancara semi-terstruktur (*semi-structured interview*) yang bersifat non-terarah (tidak terpandu/ *unstructured*) terhadap pengguna. Wawancara tidak menggunakan daftar pertanyaan baku (*pre-defined questions*) yang kaku, melainkan menggunakan tema-tema besar sebagai panduan pembicaraan. Pendekatan ini dipilih untuk mendorong responden menceritakan pengalaman dan harapan mereka secara bebas (*open-ended discussion*), sehingga memungkinkan penggalan *insight* dan *pain points* yang mungkin tidak teridentifikasi dalam kuesioner terstruktur.

C. Partisipan

Partisipan yang dilibatkan dalam wawancara dibagi menjadi dua kategori utama:

1. Ahli (*expert informant*): Partisipan ahli dalam penelitian ini adalah Ir. Nanung Danar Dono, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., seorang dosen pada Program Studi Doktor Perekonomian Islam dan Industri Halal Universitas Gadjah Mada. Beliau juga merupakan auditor halal di LPPOM-MUI dan dikenal sebagai pakar dalam bidang halal (*halal expert*). Keterlibatan beliau sangat penting untuk memverifikasi ketepatan informasi syariah dan fikih yang digunakan dalam

perancangan logika penentuan status halal, syubhat, dan haram pada aplikasi. Bukti wawancara dengan ahli dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Wawancara dengan ahli

2. Pengguna Target (*target users*): Pengguna target dalam penelitian ini terdiri atas tiga orang mahasiswa Universitas Islam Indonesia yang dipilih untuk mewakili kelompok pengguna aktif *smartphone* serta calon pengguna utama aplikasi verifikasi halal. Ketiga mahasiswa tersebut dipilih karena memiliki karakteristik yang relevan dengan target pengguna, yaitu terbiasa menggunakan *smartphone* dalam aktivitas sehari-hari dan memiliki pengalaman dalam mengoperasikan aplikasi utilitas atau aplikasi sejenis yang menyediakan informasi produk.

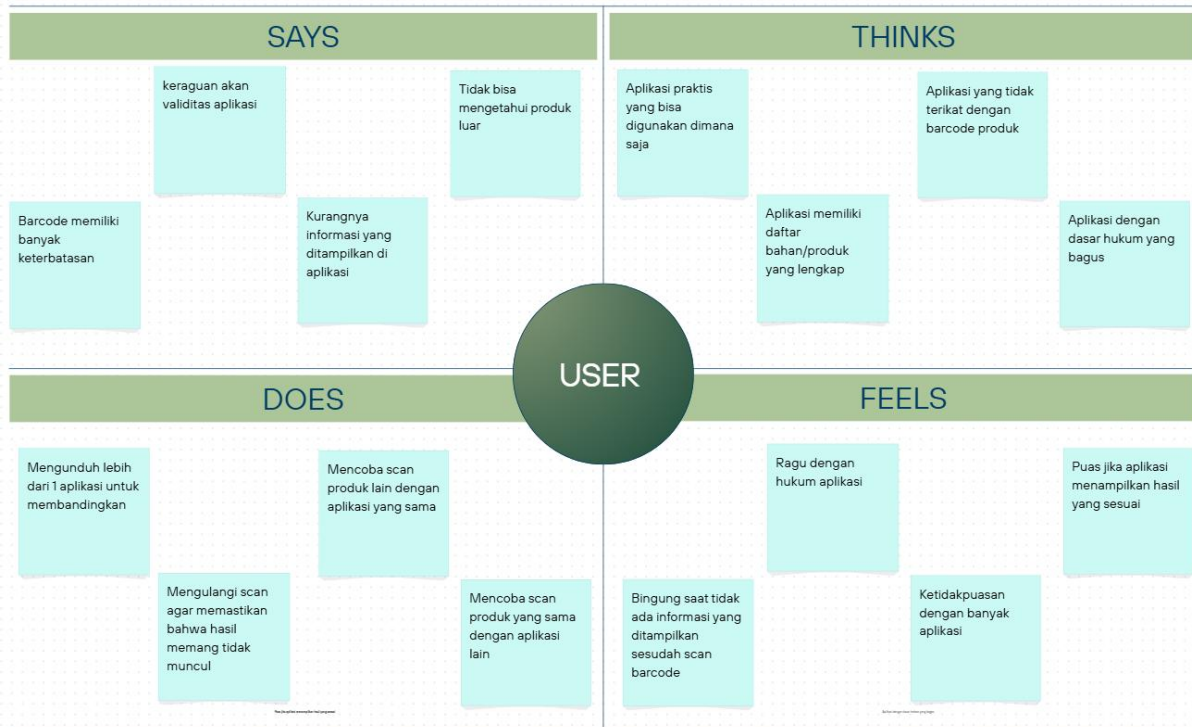
D. Waktu

Waktu wawancara disesuaikan dengan waktu luang yang dimiliki oleh narasumber wawancara dan sesuai dengan kesepakatan yang telah disepakati.

3.1.3 Empathy Map

Empathy map merupakan alat visual yang berpusat pada pengguna (*user-centered method*), yang bertujuan untuk memahami perspektif individu secara holistik melalui pengamatan dan interaksi (Bratsberg, 2012). Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam metodologi *Design Thinking* karena memungkinkan peneliti untuk mendalami pengalaman pengguna dalam konteks nyata. Tujuan utama dari pembuatan *empathy map* adalah untuk menggantikan asumsi

dengan wawasan yang didapatkan secara empiris melalui wawancara dan observasi, sehingga memicu pemahaman mendalam yang diperlukan untuk perbaikan desain dan solusi yang lebih baik terhadap pengalaman pengguna. Hasil dari *empathy map* yang sudah dibuat berdasarkan hasil wawancara ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Empathy map*

Dari *empathy map* diatas, dapat diketahui pengguna target berpendapat bahwa aplikasi verifikasi halal yang ada saat ini memiliki jangkauan yang terbatas, khususnya terhadap produk impor atau produk luar negeri. Di sisi lain, pengguna juga meragukan validitas dasar hukum dan menilai bahwa informasi yang ditampilkan dalam aplikasi masih kurang mendalam. Hal ini memicu kebingungan dan ketidakpuasan, yang kemudian terlihat dari perilaku pengguna yang cenderung mengunduh lebih dari satu aplikasi serupa dan mengulang pencarian produk yang sama untuk membandingkan dan memastikan validitas hasil.

Oleh karena itu, pengguna secara eksplisit mengharapkan adanya aplikasi yang praktis dan dapat digunakan secara global, baik di dalam negeri maupun luar negeri. Aplikasi ideal yang diinginkan harus memiliki dasar hukum yang kuat dan kredibel, dapat dipercaya, dan tidak bergantung pada pemindaian *barcode* atau *QR code* (sehingga membenarkan penggunaan teknologi OCR). Ekspektasi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan solusi yang menawarkan transparansi tingkat bahan baku dan kejelasan hukum yang lebih baik.

3.2 Define

Fase *define* merupakan tahapan krusial dalam metodologi *Design Thinking* yang berfungsi untuk menganalisis dan mensintesis seluruh informasi yang telah dikumpulkan pada fase *empathize* (melalui observasi dan wawancara semi-terstruktur). Tujuan utama dari tahap ini adalah memahami inti kebutuhan dan permasalahan pengguna secara mendalam, serta merumuskannya menjadi pernyataan masalah yang *meaningful* dan *actionable*.

Pernyataan masalah yang jelas dan tepat sangat esensial pada tahap ini, sebab hal tersebut akan menjadi kompas bagi peneliti untuk memfokuskan upaya pada kebutuhan spesifik pengguna yang paling mendesak. Perumusan masalah yang akurat juga menjadi landasan utama untuk menghasilkan ide-ide solusi yang berkelanjutan dan terarah pada fase *ideate* berikutnya.

3.2.1 Pernyataan Masalah

Berdasarkan hasil dari *empathy map* yang telah dirancang sebelumnya pada fase *empathize*, maka diambil kesimpulan terdapat empat masalah yang dialami pengguna. Pernyataan masalah akan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pernyataan masalah dari pengguna dan ahli

Kode	Pernyataan Masalah	Keterangan
PM01	Pengguna kesulitan untuk menemukan fatwa dari produk luar negeri.	Terdapat pada <i>empathy map</i> bagian <i>says</i> dan <i>think</i> .
PM02	Pengguna meragukan validitas dasar hukum yang ada di aplikasi.	Terdapat pada <i>empathy map</i> bagian <i>says</i> , <i>think</i> , dan <i>feels</i> .
PM03	Pengguna merasa aplikasi yang menggunakan <i>barcode</i> memiliki banyak keterbatasan.	Terdapat pada <i>empathy map</i> bagian <i>says</i> , <i>think</i> , dan <i>does</i> .
PM04	Pengguna merasa informasi yang ditampilkan di aplikasi kurang lengkap.	Terdapat pada <i>empathy map</i> bagian <i>says</i> , <i>think</i> , dan <i>feels</i> .

Tabel 3.2 menggambarkan masalah yang dialami oleh pengguna dan ahli. Masalah pertama adalah pengguna mengalami kesulitan untuk menemukan fatwa dari produk luar negeri, jika

dilihat juga pada Tabel 3.1 bahwa 6 dari 11 aplikasi memiliki cakupan data produk regional. Ini membuktikan bahwa wajar jika pengguna mengeluhkan hal tersebut. Masalah kedua adalah validitas dasar hukum yang ada di aplikasi yang juga didukung pada temuan observasi pada Tabel 3.1 yakni hanya 3 dari 11 aplikasi yang menyediakan referensi fatwa halal. Masalah ketiga adalah pengguna merasa aplikasi yang menggunakan *barcode* memiliki banyak keterbatasan. Masalah keempat adalah pengguna merasa informasi yang ditampilkan di aplikasi kurang lengkap, ini juga didukung pada temuan observasi di Tabel 3.1 yakni hanya 3 dari 11 aplikasi yang menjelaskan mengapa fatwa dari produk tersebut bisa halal atau haram.

3.2.2 The “How Might We” Method

Metode *How Might We* digunakan untuk merumuskan tantangan desain yang akan membantu dalam menciptakan solusi yang inovatif dan *actionable*. Berdasarkan pernyataan masalah yang telah diidentifikasi, berikut adalah beberapa *How Might We statements* dari aplikasi ini:

a. *How Might We* Fatwa dari Produk Luar Negeri

Masalah:

Pengguna kesulitan untuk menemukan fatwa dari produk luar negeri.

How Might We Statement:

- *How might we* merancang aplikasi yang dapat memverifikasi produk dari luar negeri?

b. *How Might We* Validitas Dasar Hukum

Masalah:

Pengguna meragukan validitas dasar hukum yang ada di aplikasi.

How Might We Statement:

- *How Might We* merancang aplikasi dengan validitas dasar hukum yang jelas?

c. *How Might We* Keterbatasan Barcode

Masalah:

Pengguna merasa aplikasi yang menggunakan *barcode* memiliki banyak keterbatasan.

How Might We Statement:

- *How Might We* merancang aplikasi yang tidak terbatas?

d. *How Might We* Informasi yang Ditampilkan Kurang Lengkap

Masalah:

Pengguna merasa informasi yang ditampilkan di aplikasi kurang lengkap.

How Might We Statement:

- *How Might We* merancang aplikasi yang menampilkan informasi dengan lengkap?

3.3 Ideate

Setelah berhasil merumuskan masalah pada tahap *define*, kini saatnya memfokuskan upaya pada penyediaan solusi konkret untuk mengatasi tantangan pengguna, serta menganalisis kebutuhan perangkat lunak yang krusial bagi perancangan sistem. Dalam konteks analisis perancangan sistem, langkah awal yang esensial adalah menentukan karakteristik dan fungsionalitas utama yang harus dimiliki oleh sistem guna menyelesaikan masalah yang teridentifikasi. Meskipun tahapan selanjutnya akan melibatkan perumusan alur proses pengguna (*user flow*) yang memberikan visualisasi tahapan operasional aplikasi, namun penetapan daftar solusi yang ditawarkan dan identifikasi fitur-fitur yang diperlukan merupakan prasyarat mutlak. Daftar solusi ini akan disajikan secara terperinci dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Daftar solusi dari permasalahan

No	Permasalahan	Solusi
1	Pengguna kesulitan untuk menemukan fatwa dari produk luar negeri.	Mengembangkan aplikasi yang tidak terikat dengan produk, yakni dengan verifikasi melalui komposisi.
2	Pengguna meragukan validitas dasar hukum yang ada di aplikasi.	Mengembangkan aplikasi yang memiliki dasar hukum yang valid. Kali ini dasar hukum akan menggunakan 2 mazhab, yakni Hanafi dan Syafi'i.
3	Pengguna merasa aplikasi yang menggunakan <i>barcode</i> memiliki banyak keterbatasan.	Mengembangkan aplikasi menggunakan OCR, sehingga verifikasi dapat dilakukan berdasarkan bahan baku atau komposisi produk.
4	Pengguna merasa informasi yang ditampilkan di aplikasi kurang lengkap.	Mengembangkan aplikasi yang tidak hanya menampilkan status haram atau halal saja.

		Namun alasan dari setiap bahan yang menyebabkan status tersebut.
--	--	--

Berdasarkan Tabel 3.3 daftar solusi dari permasalahan yang sudah diperoleh, maka diketahui fitur yang sesuai dengan solusi yang sudah dirancang. Berikut di bawah ini merupakan daftar fitur yang akan dirancang dan keterangannya pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Daftar fitur dan keterangannya

No	Fitur	Keterangan
1	OCR (<i>Optical Character Recognition</i>)	Pengguna akan dimintai akses kamera oleh sistem dan pengguna harus melakukan foto pada bagian <i>ingredients</i> atau komposisi dari produk. Lalu sistem akan memproses tulisan di foto menjadi teks.
2	Pilihan mazhab Hanafi dan Syafi'i	Sesudah pengguna melakukan <i>scan</i> OCR, teks akan dibaca dan ditampilkan oleh sistem. Hasilnya akan dicocokkan dengan <i>database</i> . Pengguna dapat memilih untuk menggunakan versi hukum Hanafi atau versi hukum Syafi'i serta membandingkan kedua versi ini.
3	<i>Search in database</i>	Pengguna dapat menggunakan fitur ini dengan mengetik bahan atau komposisi yang ingin dilihat status kehalalannya. Nantinya sistem akan mengecek bahan yang diinput pengguna dengan yang tersedia di <i>database</i> .
4	<i>History</i> atau riwayat	Riwayat dari bahan-bahan yang pernah discan akan masuk dan disimpan di <i>database</i> , sehingga bisa untuk dilihat lagi.
5	<i>Report</i> atau laporan	Pengguna dapat melapor jika terdapat kesalahan pada fatwa ataupun kesalahan pada aplikasi. Pengguna juga dapat melapor

		terkait bahan yang belum terindikasi di <i>database</i> . Lapor dilakukan dengan melakukan klik tombol di aplikasi dan akan berpindah ke Gmail.
--	--	---

3.3.1 Diagram Alur

Diagram alur (*flowchart*) merupakan visualisasi grafis yang menyajikan urutan tahapan dalam suatu proses atau sistem, berfungsi sebagai alat bantu untuk mempermudah pemahaman terhadap alur kerja dan logika operasional sistem. Dalam konteks perancangan ini, diagram alur dimanfaatkan untuk memetakan secara jelas bagaimana interaksi terjadi antara pengguna dengan aplikasi dan serangkaian respons yang diberikan sistem terhadap setiap aksi atau input dari pengguna.

A. Diagram Alur Melakukan OCR

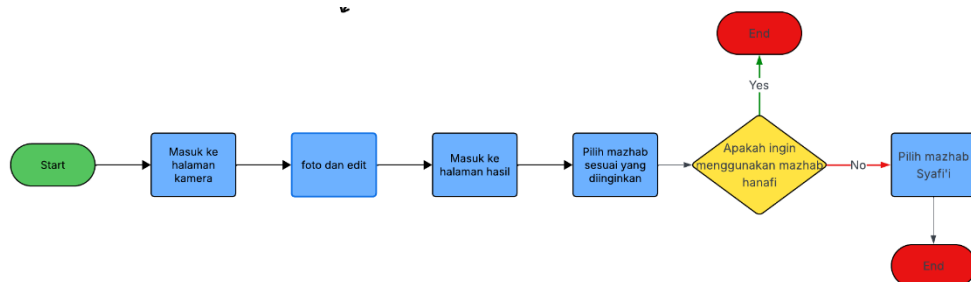
Dalam diagram alur ini memberikan penjelasan langkah saat pengguna akan melakukan scan produk menggunakan OCR. Proses tersebut akan disajikan pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Diagram alur melakukan OCR

B. Diagram Alur Pilihan Mazhab

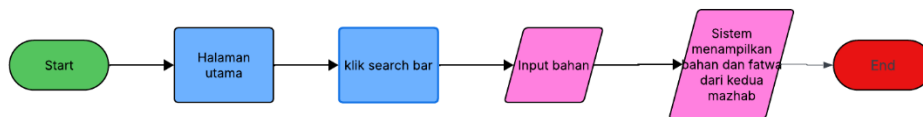
Dalam diagram alur ini memberikan penjelasan langkah saat pengguna akan memilih mazhab pada halaman hasil setelah hasil OCR muncul. Proses tersebut akan disajikan pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Diagram alur pilihan mazhab

C. Diagram Alur Fitur *Search in Database*

Dalam diagram alur ini akan menjelaskan langkah yang harus dilakukan saat pengguna akan menggunakan fitur *search in database* untuk mencari bahan atau komposisi yang tersedia di *database*. Proses tersebut akan ditampilkan pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Diagram alur fitur *search in database*

D. Diagram Alur Fitur *History*

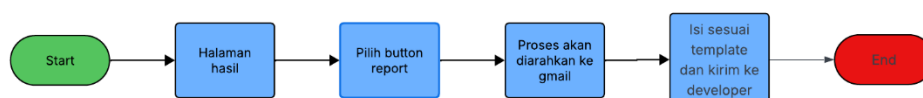
Dalam diagram alur ini akan menjelaskan langkah yang dilakukan pengguna saat masuk atau menggunakan fitur *history* dari produk yang pernah di-*scan* sebelumnya. Proses tersebut akan ditampilkan pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7 Diagram alur fitur *history*

E. Diagram Alur Fitur *Report*

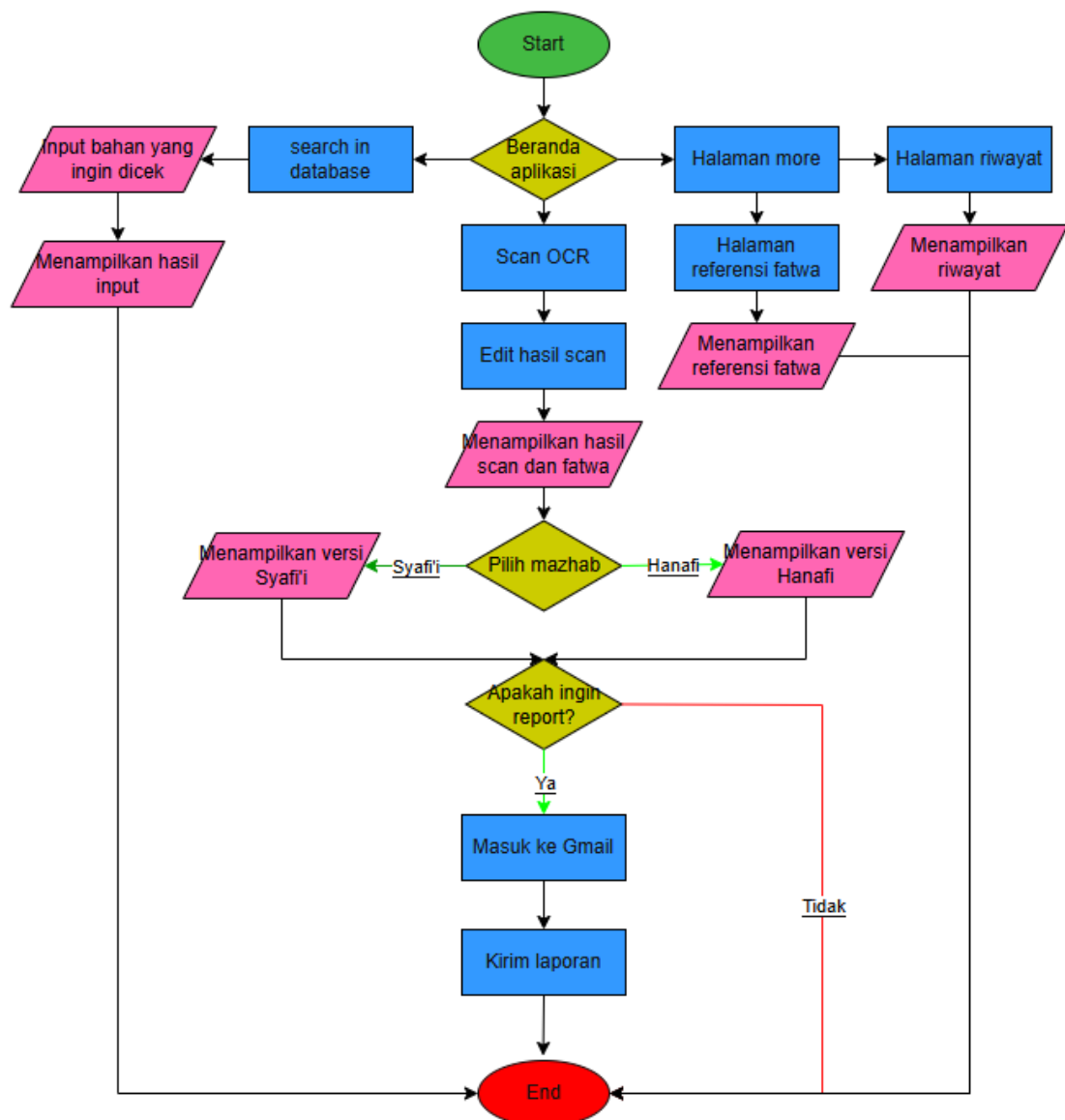
Dalam diagram alur ini akan menjelaskan langkah yang dilakukan pengguna saat menggunakan fitur *report* yang ada di halaman hasil. Fitur ini berguna saat ingin melaporkan terkait kesalahan status halal atau kesalahan aplikasi lainnya lewat Gmail. Proses tersebut akan ditampilkan pada Gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3.8 Diagram alur fitur *report*

F. Diagram Alur Seluruh Aplikasi

Dalam diagram alur ini akan menjelaskan seluruh proses di aplikasi. Proses ini akan ditampilkan pada Gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar 3.9 Diagram alur seluruh aplikasi

3.4 Prototyping

3.4.1 Alur Proses Bisnis Aplikasi

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan fungsional sistem, aplikasi ini dirancang untuk mengintegrasikan beberapa fitur utama, meliputi kemampuan *Optical Character Recognition* (OCR), penyediaan opsi mazhab, fungsi pencarian di basis data (*search in database*), fitur riwayat penggunaan (*history*), dan mekanisme pelaporan oleh pengguna (*report*). Untuk mendukung operasional fitur-fitur tersebut dan memastikan manajemen data berjalan optimal, aplikasi akan menerapkan fungsi dasar *Create, Read, Update, Delete* (CRUD) pada pengelolaan data internal. Selanjutnya, alur proses keseluruhan ketika sistem dijalankan oleh pengguna dapat digambarkan secara detail melalui diagram alur sistem sebagai berikut:

1. Hanya terdapat satu aktor pada aplikasi ini yakni *user*, tidak ada peran lain seperti admin dll.
2. Pada halaman utama atau *home* terdapat fitur *search in database* yang dapat digunakan untuk mencari bahan lalu menampilkan status fatwa.
3. Untuk masuk ke halaman kamera atau *scan OCR*, klik tombol dengan ikon scan yang berada di tengah *navigation bar*.
4. Pada halaman kamera pengguna dapat mengimpor foto dari galeri, *switch* kamera, dan menyalakan *flash*.
5. Setelah melakukan foto, pengguna wajib melakukan edit foto seperti rotasi foto dan mengubah skala foto. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa teks yang terdeteksi hanya komposisi atau *ingredients* dari produk.
6. Pada halaman hasil, elemen yang ditampilkan adalah pilihan mazhab, alasan status fatwa, komposisi detail, gambar scan, hasil OCR, dan tombol *report*.
7. Untuk melakukan *report*, akan dilakukan melalui Gmail.
8. Halaman *more* berisi menu *history*, *about us*, *fatwa reference*, dan *send feedback*.
9. Jika menu *history* diklik, akan menampilkan list history yang pernah dilakukan.
10. *About us* berisi informasi tentang *developer*.
11. *Fatwa reference* berisi daftar referensi yang didapat dari badan resmi.
12. *Send feedback* adalah tombol lapor untuk mengirim umpan balik melalui Gmail.

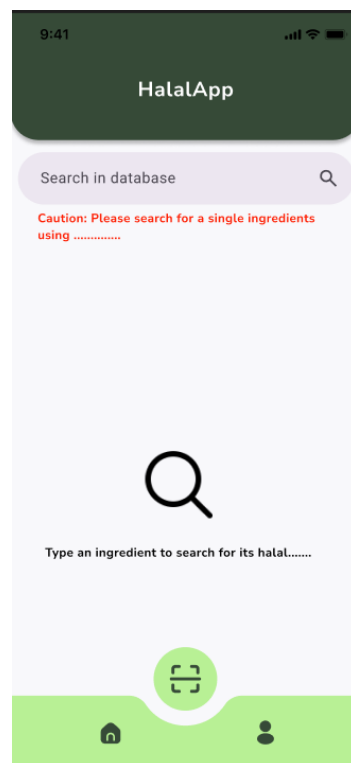
3.4.2 Rancangan Antarmuka Aplikasi

Setelah seluruh alur proses bisnis diaplikasikan dan kebutuhan fungsional sistem teridentifikasi dengan jelas, tahapan selanjutnya adalah menuangkan konsep tersebut ke dalam

rancangan antarmuka pengguna (*user interface/UI*). Perancangan antarmuka aplikasi ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Figma, yang memungkinkan peneliti untuk memvisualisasikan struktur, tata letak, dan elemen interaktif sistem secara komprehensif. Rancangan ini bertujuan untuk menciptakan pengalaman pengguna (*user experience/UX*) yang intuitif dan efisien, sehingga pengguna dapat mengoperasikan aplikasi untuk memverifikasi produk halal dengan mudah sesuai dengan alur yang telah ditetapkan.

A. Rancangan Halaman Utama

Halaman utama menampilkan fitur *search in database* yang berfungsi untuk mencari komposisi. Pada halaman ini terdapat *bottom navigation* yang digunakan untuk berpindah ke halaman kamera atau scan OCR dan halaman *more*. Rancangan halaman utama dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rancangan halaman utama

B. Rancangan Halaman Kamera

Halaman kamera bertujuan untuk melakukan scan OCR dari teks yang ingin dituju yakni komposisi atau *ingredients* produk. Selain untuk scan OCR, halaman kamera dilengkapi dengan *import* gambar dari galeri, mengubah rotasi kamera, dan menyalakan *flashlight*. Rancangan halaman kamera dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan halaman kamera

C. Rancangan Halaman Hasil

Halaman hasil menampilkan gambar dan hasil OCR yang sudah diproses oleh sistem. Halaman ini juga menampilkan pilihan versi mazhab yakni Hanafi dan Syafi'i serta terdapat tombol *report* yang sinkron dengan Gmail. Rancangan halaman hasil dapat dilihat pada Gambar 3.12.

Result

INGREDIENTS: SUGAR, UNBLEACHED ENRICHED FLOUR (WHEAT FLOUR, NIACIN, REDUCED IRON, THIAMINE MONONITRATE [VITAMIN B1], RIBOFLAVIN [VITAMIN B2], FOLIC ACID), PALM OIL, SOYBEAN AND/OR CANOLA OIL, CORNSTARCH, COCOA (PROCESSED WITH ALKALI), CORN SYRUP, HIGH FRUCTOSE CORN SYRUP, SALT, BAKING SODA, COCA-COLA® SYRUP (HIGH FRUCTOSE CORN SYRUP, WATER, CARAMEL COLOR, PHOSPHORIC ACID, NATURAL FLAVOR), SOY LECITHIN, RED 40 LAKE, NATURAL AND ARTIFICIAL FLAVOR, CHOCOLATE, CARBON DIOXIDE.

CONTAINS: WHEAT, SOY.

CONTAINS A BIOENGINEERED FOOD INGREDIENT

Ingredients:

Sugar, Unbleached enriched flour, palm oil, soybean and/or canola oil, cornstarch, cocoa, corn syrup, high fructose, salt, baking soda, coca-cola syrup, water, caramel, chocolate, carbone dioxide.

Choose Version

Select Version

Warning:

coca cola syrup

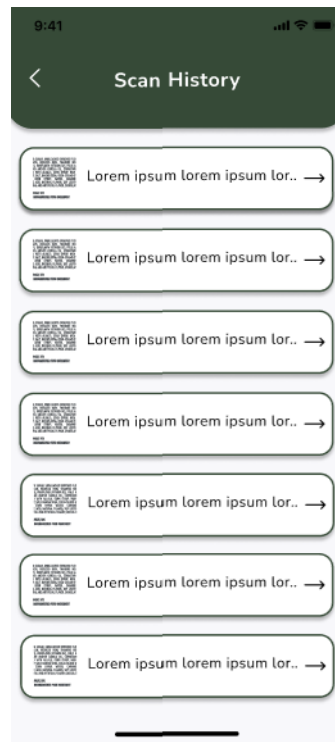
 This product is doubtful



Gambar 3.12 Rancangan halaman hasil

D. Rancangan Halaman *History*

Halaman *history* berfungsi dengan menyimpan halaman result dari produk yang sudah pernah discan. Rancangan halaman *history* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



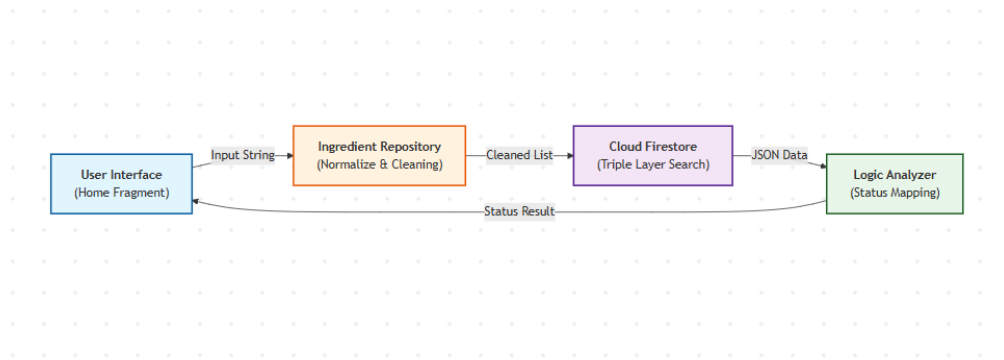
Gambar 3.13 Rancangan halaman *history*

3.4.3 Arsitektur Pemrosesan Data

Untuk memperjelas mekanisme kerja sistem dalam mengolah data input menjadi informasi status kehalalan, dirancang diagram blok sistem (*system block diagram*). Diagram ini menggambarkan interaksi antar komponen teknis dalam arsitektur aplikasi, mulai dari lapisan antarmuka (*user interface*), lapisan logika bisnis (*repository*), hingga lapisan data (*database*). Pemisahan ini dilakukan untuk menjaga konsistensi pemrosesan data antara fitur pencarian manual dan fitur OCR.

A. Blok Diagram Proses Pencarian Basis Data (*Search in Database*)

Fitur pencarian manual dirancang untuk menangani input teks langsung dari pengguna. Alur data pada proses ini melibatkan validasi input, normalisasi teks, dan pencarian bertingkat ke *Cloud Firestore*.

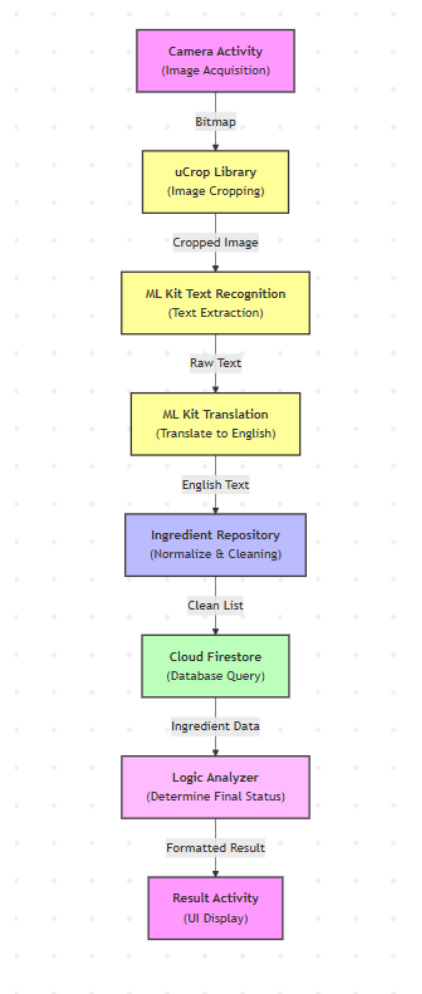


Gambar 3.14 Blok diagram proses *search in database*

Berdasarkan Gambar 3.14, proses dimulai ketika pengguna memasukkan kata kunci bahan. Modul *Ingredient Repository* bertindak sebagai pusat pemrosesan yang melakukan normalisasi teks (memisahkan input berdasarkan koma) dan pembersihan karakter (*cleaning*). Data yang telah bersih kemudian dikirimkan sebagai *query* ke *Cloud Firestore* menggunakan metode *Server-Side Fetching*. Hasil pencarian yang dikembalikan oleh *database* kemudian dipetakan status hukumnya berdasarkan mazhab sebelum ditampilkan kembali ke pengguna.

B. Blok Diagram Proses Pengecekan Halal Menggunakan OCR

Proses verifikasi berbasis OCR memiliki kompleksitas yang lebih tinggi karena melibatkan pengolahan citra digital dan penerjemahan bahasa sebelum masuk ke tahap verifikasi basis data.



Gambar 3.15 Blok diagram proses OCR

Sebagaimana terlihat pada Gambar 3.15, alur dimulai dari akuisisi citra menggunakan kamera yang kemudian dipangkas (*crop*) untuk memfokuskan area komposisi. Teks diekstraksi menggunakan *ML Kit* dan diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris sebagai bahasa standar sistem. Teks hasil terjemahan kemudian masuk ke modul yang sama dengan fitur pencarian manual, yaitu *IngredientRepository*, untuk dibersihkan dan dinormalisasi. Setelah data dicocokkan dengan *Cloud Firestore*, sistem menjalankan algoritma penentuan status akhir produk (prioritas status haram/syubhat/halal) sebelum menampilkan hasilnya dalam bentuk kartu status berwarna dan rincian bahan pada *Result Activity*.

C. Unifikasi Logika Pemrosesan Menggunakan Pola Repositori (*Repository Pattern*)

Untuk menjaga agar proses pencarian bahan antara fitur pencarian manual dan hasil OCR tetap konsisten, sistem ini menggunakan pendekatan *repository pattern* yang

terpusat. Ide utamanya adalah menghindari kondisi di mana setiap *activity* atau *fragment* memiliki logikanya sendiri, yang pada akhirnya membuat kode menjadi berulang-ulang dan berpotensi menghasilkan data yang tidak konsisten.

Oleh karena itu, semua proses yang berkaitan dengan pengolahan bahan dikumpulkan ke dalam sebuah modul khusus bernama “*IngredientRepository*”. Modul ini menjadi pusat kendali seluruh operasi yang melibatkan data, sehingga baik input dari pengguna maupun keluaran dari ML Kit akan diproses melalui mekanisme yang sama. Dalam praktiknya, *IngredientRepository* bertugas menata ulang seluruh input yang masuk, mulai dari string mentah hingga normalisasi teks. Misalnya, format bahan seperti “E-100” atau “E 100” akan selalu diseragamkan menjadi “e100” sebelum dilakukan pencarian ke *database*. Pendekatan ini membuat proses pencarian menjadi jauh lebih konsisten karena tidak bergantung lagi pada perbedaan cara input diterima.

Setelah proses normalisasi selesai, repository inilah yang menghubungkan aplikasi dengan *Cloud Firestore* menggunakan metode *triple layer search* (berdasarkan ID, nama, dan alias) untuk memastikan bahwa setiap bahan dapat ditemukan meskipun ditulis dalam variasi penamaan yang berbeda. Dengan penyatuan seluruh logika ini ke dalam satu modul, alur kerja aplikasi menjadi lebih rapi, tidak ada lagi duplikasi fungsi di berbagai bagian, dan hasil yang ditampilkan pengguna akan selalu selaras baik saat menggunakan pencarian manual maupun saat menggunakan hasil OCR. Potongan kode dari *IngredientRepository* ditulis di bawah ini.

```

object IngredientRepository {

    /**
     * Membersihkan teks per kata dari karakter non-alfanumerik.
     * Mengubah teks menjadi huruf kecil (lowercase) untuk konsistensi
ID.
    */
    fun cleanOcrText(input: String): String {
        val regex = Regex("[^a-zA-Z0-9\\s]")
        return input.replace(regex, "")
            .replace(Regex("\\s+"), " ") // Hapus spasi berlebih
            .trim()
            .lowercase()
    }

    /**
     * Memecah paragraf panjang menjadi daftar bahan (List).
     * Menangani pemisah koma (,), titik koma (;), dan titik dua (:).
    */
    fun normalizeTextToList(text: String): List<String> {
        // 1. Menangani format E-Numbers (E - 100 menjadi e100)
        val processedText = text
            .replace(Regex("(?=[eE])\\s*-\\s*"), "")
            .replace(Regex("(?=[eE])\\s"), "")

        // 2. Menghapus simbol kurung dan karakter khusus
        val cleanedText = processedText
            .replace(Regex("[\\(\\)\\[\\]\\|\\*\\+\\/\\\\\\{\\}\\}]", " "))
            .replace(Regex("\\s{2,}"), " ")

        // 3. Memecah teks berdasarkan delimiter (koma, titik koma,
titik dua)
        return cleanedText
            .replace(";", "\\n")
            .replace(",", "\\n")
            .replace(":", "\\n") // Pemisah penting untuk format
"Ingredients:"
            .split("\\n")
            .map { cleanOcrText(it) } // Panggil fungsi cleaning untuk
setiap item
            .filter { it.isNotBlank() && it.length > 1 }
    }
}

```

3.4.4 Rancangan Implementasi *Optical Character Recognition* (OCR)

Implementasi *Optical Character Recognition* (OCR) pada aplikasi ini dilakukan dengan memanfaatkan ML Kit sebagai pustaka utama untuk proses ekstraksi teks dari gambar. Penerapan OCR tidak hanya berfokus pada proses pengenalan teks, tetapi juga mencakup tahapan pengambilan gambar, praproses, pemanggilan *engine* pengenalan teks, hingga penanganan hasil ekstraksi agar siap digunakan dalam analisis penentuan status bahan. Seluruh tahapan ini dirancang agar proses pemindaian dapat berlangsung cepat, akurat, dan dapat diintegrasikan dengan komponen lain seperti fitur terjemahan dan pencocokan bahan terhadap basis data fatwa.

A. Pengambilan Gambar dari Kamera

Proses OCR diawali dengan melakukan akuisisi gambar secara langsung melalui kamera perangkat. *Activity* kamera mengaktifkan *CameraX* untuk memastikan kualitas tangkapan gambar stabil, mendukung *auto-focus*, dan kompatibel dengan berbagai perangkat Android. Setelah pengguna menekan tombol pemindaian, aplikasi menangkap citra kemudian meneruskannya sebagai input untuk tahapan berikutnya.

B. Pemangkasan Gambar Menggunakan *uCrop*

Sebelum dilakukan pengenalan teks, gambar yang ditangkap pengguna diproses menggunakan pustaka *uCrop*. Pemangkasan ini bertujuan untuk menyeleksi area yang benar-benar berisi daftar komposisi pada kemasan produk. Tahap ini membantu mengurangi *noise* visual dan meningkatkan tingkat akurasi OCR karena *engine* hanya memproses area yang relevan.

C. Konversi Gambar menjadi Input untuk OCR

Gambar hasil pemangkasan kemudian diubah menjadi objek *InputImage*, yang merupakan format standar ML Kit untuk proses pengenalan teks. Proses konversi ini memastikan bahwa gambar memiliki orientasi, dimensi, serta format yang sesuai dengan kebutuhan *engine* OCR. Skrip untuk mengonversi gambar menjadi OCR di bawah ini.

```

private fun processImageForTextRecognition(uri: Uri) {
    try {
        // Mengonversi URI gambar menjadi Bitmap
        val imageStream = contentResolver.openInputStream(uri)
        val bitmap = BitmapFactory.decodeStream(imageStream)
        val image = InputImage.fromBitmap(bitmap, 0)

        // Menginisialisasi klien Text Recognition (Latin)
        val recognizer = TextRecognition.getClient(TextRecognizerOptions.DEFAULT_OPTIONS)

        // Memproses gambar
        recognizer.process(image)
            .addOnSuccessListener { visionText ->
                val originalText = visionText.text

                if (originalText.isNotEmpty()) {
                    // Jika teks terdeteksi, lanjut ke identifikasi
                    bahasa dan terjemahan identifyLanguageAndTranslate(originalText)
                } else {
                    // Menangani kasus jika teks tidak ditemukan
                    ingredientsTextView.text = "No text detected."
                    updateStatusUI("Unavailable", selectedCounty)
                }
            }
            .addOnFailureListener { e ->
                Log.e("OCR", "Text recognition failed", e)
                updateStatusUI("Unavailable", selectedCounty)
            }
    } catch (e: Exception) {
        Log.e("OCR", "Error preparing image", e)
    }
}

```

D. Proses Pengenalan Teks dengan ML Kit (*Text Recognition*)

Aplikasi menggunakan ML Kit *Text Recognition* versi *on-device* untuk mengidentifikasi karakter dan kata pada gambar. *Engine* OCR akan melakukan segmentasi citra, mendeteksi blok teks, kemudian mengekstraksinya menjadi keluaran berupa *string*. Implementasi ini dipilih karena bersifat cepat, tidak membutuhkan koneksi internet, dan memiliki tingkat akurasi yang baik untuk teks cetak pada kemasan produk.

E. Standardisasi Bahasa Menggunakan Penerjemahan (*Translation*)

Setelah teks berhasil diekstraksi, sistem melakukan proses penerjemahan otomatis ke dalam bahasa Inggris sebelum diproses lebih lanjut. Keputusan untuk menerjemahkan seluruh bahan, baik dari bahasa asing maupun bahasa Indonesia, ke dalam bahasa Inggris didasari oleh tiga alasan teknis dan fungsional yang saling berkaitan. Alasan pertama berkaitan dengan akurasi teknologi, di mana teknologi ML Kit Translation bekerja paling optimal dengan bahasa Inggris sebagai bahasa poros (*pivot language*). Menerjemahkan istilah teknis pangan dari bahasa asing, seperti Jepang atau Korea, ke

bahasa Inggris menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan penerjemahan langsung ke bahasa Indonesia. Selanjutnya, standarisasi data kimia menjadi alasan kedua, mengingat penamaan bahan tambahan pangan (*food additives*) dan senyawa kimia secara internasional mengacu pada standar IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) yang menggunakan bahasa Inggris, sehingga hal ini memudahkan sinkronisasi dengan kode E-Numbers internasional. Terakhir, keputusan ini diambil demi efisiensi basis data. Dengan menstandarisasi seluruh input menjadi bahasa Inggris, sistem hanya perlu memelihara satu set basis data bahan (*single source of truth*), yang jauh lebih efisien daripada harus menyimpan ribuan variasi nama bahan dalam puluhan bahasa yang berbeda yang dapat membebani kinerja aplikasi.

F. Pembersihan dan Normalisasi Hasil OCR

Proses pembersihan dan normalisasi ini melibatkan dua fungsi utama yang saling melengkapi, yaitu *normalizeTextToList* dan *cleanOcrText*. Fungsi *normalizeTextToList* bertugas memecah paragraf teks mentah hasil pemindaian menjadi daftar bahan terpisah dengan mendeteksi tanda baca seperti koma atau titik koma sebagai pemisah, sekaligus menangani format penulisan khusus seperti *E-numbers* agar tidak terpotong. Selanjutnya, setiap elemen dalam daftar tersebut diproses oleh fungsi *cleanOcrText* yang berfungsi membersihkan kata dari karakter non-alfanumerik yang tidak relevan serta menstandarisasi teks menjadi huruf kecil (*lowercase*), sehingga format data menjadi seragam dan sesuai dengan kunci penyimpanan yang ada di basis data. Implementasi algoritma normalisasi dan pembersihan teks tersebut pada bagian di bawah ini.

```
//Kode untuk normalisasi teks
private fun normalizeTextToList(text: String): List<String> {
    // 1. Membersihkan E-Numbers (mengubah E-213 menjadi e213)
    val processedText = text
        .replace(Regex("(?<=[eE])\\s*~\\s*"), "") // Menangani E - 213
        .replace(Regex("(?<=[eE])\\s"), "") // Menangani E 213

    // 2. Membersihkan Simbol dan Tanda Baca (mengganti kurung, titik koma, koma dengan baris baru)
    val cleanedText = processedText
        .replace(Regex("[\\(\\)\\[\\]\\*\\+\\/\\{\\}]", " ")) // Ganti kurung dengan spasi
        .replace(Regex("\\s{2,}"), " ").trim() // Standarisasi spasi

    // 3. Memecah HANYA berdasarkan pemisah utama (koma, titik koma) untuk menjaga multi-kata
    return cleanedText.replace(";", "\n")
        .replace(",", "\n")
        .split("\n")
        .map { it.trim().lowercase() } // Lowercase dan trim
        .filter { it.isNotBlank() }
}
```

```
// Fungsi membersihkan karakter pada satu kata/bahan
private fun cleanOcrText(input: String): String {
    // Hanya izinkan huruf a-z, angka 0-9, dan spasi
    val regex = Regex("[^a-zA-Z0-9\\s]")
    return input.replace(regex, "")
        .replace(Regex("\\s+"), " ") // Hapus spasi berlebih
        .trim()
        .lowercase()
}
```

G. Integrasi Hasil OCR dengan *Database*

Daftar bahan yang telah dinormalisasi dan dibersihkan kemudian diteruskan ke modul pengecekan basis data. Setiap *item* dalam daftar tersebut akan digunakan sebagai kata kunci (*query*) untuk mencari dokumen yang relevan di *Cloud Firestore*. Sistem akan melakukan pencarian bertingkat (*multi-layer search*), dimulai dari pencocokan ID dokumen, nama bahan (*name*), hingga variasi nama lain (*aliases*). Jika kecocokan ditemukan, sistem akan mengambil status hukum (halal, haram, atau syubhat) beserta alasannya untuk ditampilkan kepada pengguna.

3.4.5 Perancangan *Database*

Dalam perancangan arsitektur data aplikasi ini, peneliti mengadopsi pendekatan hibrida dengan memanfaatkan dua mekanisme penyimpanan data yang berbeda. Mekanisme pertama adalah *Cloud Firestore*, yang berfungsi sebagai basis data utama di sisi *server* untuk menyimpan data otoritatif mengenai status fatwa. Struktur data pada *Cloud Firestore* akan mengorganisasi informasi berdasarkan klasifikasi halal, haram, dan syubhat dari berbagai

mazhab, termasuk mazhab Hanafi dan Syafi'i. Sementara itu, untuk memenuhi kebutuhan penyimpanan lokal yang cepat dan andal, digunakan *Room Database*. Basis data lokal ini secara spesifik dialokasikan untuk mengelola data fitur riwayat penggunaan aplikasi, seperti catatan pemindaian yang telah dilakukan pengguna, memastikan data historis dapat diakses secara efisien meskipun dalam kondisi *offline*.

A. Struktur Basis Data *Cloud Firestore*

Struktur basis data *Cloud Firestore* pada aplikasi ini dirancang secara sederhana dan efisien untuk mendukung kebutuhan utama sistem, yaitu membaca data bahan dan menentukan status kehalalannya berdasarkan mazhab. Aplikasi ini menggunakan satu *collection* utama bernama *ingredients*, di mana setiap *document* merepresentasikan satu bahan tertentu, misalnya “water”, “pork”, dan seterusnya. Setiap dokumen memiliki tiga komponen utama: *name* sebagai nama bahan, *aliases* yang berisi daftar variasi penulisan atau sinonim untuk mempermudah proses pencocokan hasil OCR, serta *rulings* berupa *embedded map* yang menyimpan status dan alasan penetapan hukum untuk setiap mazhab (misalnya Hanafi, Syafi'i, dan mazhab lain jika ditambahkan ke depan).

Pendekatan ini dipilih karena pola penggunaan aplikasi lebih berfokus pada proses *read* dibandingkan *write*. Pengguna hanya melakukan pemindaian bahan dan aplikasi melakukan pencocokan ke *database* untuk menampilkan status halal, haram, atau syubhat. Dengan menyatukan semua informasi penting mengenai satu bahan dalam satu dokumen, proses pencarian menjadi lebih cepat, hemat biaya pembacaan, dan tidak kompleks. Selain itu, struktur ini memudahkan proses pengembangan karena setiap bahan dapat diakses dan diperbarui secara terpusat tanpa perlu membuka banyak dokumen berbeda.

Dalam penerapannya, tambahan *array aliases* juga membantu meningkatkan akurasi pencarian, terutama ketika hasil OCR memiliki variasi penulisan atau salah baca. Sementara itu, penggunaan *rulings* sebagai *embedded map* membuat aplikasi fleksibel untuk mengakomodasi lebih banyak mazhab di masa depan tanpa perlu mengubah struktur utama *database*. Dari sisi keamanan, akses penulisan dibatasi hanya untuk administrator, sementara aplikasi pengguna hanya memiliki akses baca sehingga data tetap konsisten dan terjaga.

Secara keseluruhan, desain *database* ini bersifat ringan, terstruktur, mudah dipelihara, dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang hanya memerlukan operasi pembacaan cepat dan stabil. Struktur basis data ini divisualisasikan pada Gambar 3.16 di bawah ini.



Gambar 3.16 Struktur *database*

B. Struktur Basis Data *Room Database*

Struktur basis data *Room* pada aplikasi ini berfungsi sebagai mekanisme persisten lokal (*local persistence*) dan pencatat riwayat (*scan history log*). *Room*, yang merupakan bagian dari *Android Jetpack*, digunakan untuk menyimpan data secara terstruktur di perangkat pengguna (*on-device*), yang berbeda dengan penyimpanan data otoritatif di *Cloud Firestore*.

3.5 Testing

Pada tahap ini, sistem aplikasi yang telah dikembangkan akan melalui serangkaian proses pengujian ketat untuk memverifikasi fungsionalitas dan memastikan kinerja aplikasi memenuhi ekspektasi pengguna. Pengujian ini dilakukan menggunakan dua metode utama: *Black Box testing* untuk validasi fungsionalitas, dan *System Usability Scale* (SUS) untuk pengukuran kemudahan penggunaan. Selain itu, terdapat dua kuesioner tambahan yakni kuesioner khusus untuk ahli dan kuesioner detail dari SUS. Kedua kuesioner ini berfungsi sebagai pengujian tambahan dengan mengadaptasi penilaian seperti SUS.

3.5.1 *Black Box Testing*

Black Box Testing merupakan pendekatan pengujian kualitas perangkat lunak yang berfokus pada evaluasi fungsionalitas eksternal aplikasi, tanpa melihat struktur kode atau desain internalnya (Wicaksono, 2022). Tujuan utama dari pengujian *Black Box* adalah

mengidentifikasi berbagai jenis anomali dan kesalahan, termasuk fungsi yang tidak berjalan dengan benar, ketidaksesuaian pada antarmuka, isu-isu dalam struktur data, masalah performa, serta kesalahan dalam inisialisasi dan terminasi sistem. Untuk mengimplementasikan pengujian ini secara efisien, peneliti menggunakan teknik *equivalence partitions*. Teknik *equivalence partitions* memungkinkan pengujian dilakukan berdasarkan pengelompokan masukan data yang setara pada setiap formulir yang tersedia di aplikasi, sehingga meminimalkan jumlah kasus uji yang diperlukan sambil memaksimalkan cakupan pengujian input. Rancangan pengujian dari *Black Box Testing* dapat dilihat di bawah ini.

1. Fitur *Search in Database*

Fitur *search in database* merupakan fitur yang ada di halaman utama, fitur ini berfungsi untuk mencari komposisi atau ingredient yang telah terdaftar di *database*. Pengujian fitur *search in database* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 *Black Box Testing* fitur *search in database*

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan
A01	Tidak menuliskan apapun pada <i>search bar</i>	Terdapat peringatan untuk mengisi bahan untuk dicari
A02	Menuliskan bahan secara asal atau yang tidak terdapat di <i>database</i>	Menampilkan hasil “not found” dari segala mazhab
A03	Menuliskan koma(,), titik(.), atau <i>special characters</i> pada <i>search bar</i>	Muncul peringatan untuk menuliskan bahan tanpa menggunakan koma(,), titik(.), atau <i>special characters</i>
A04	Menuliskan bahan yang ingin dicari dengan benar	Menampilkan hasil fatwa berupa halal, haram, atau syubhat dari kedua mazhab beserta alasannya

2. Halaman Kamera

Halaman Kamera berfungsi untuk melakukan foto atau *scan* pada komposisi yang ditujukan. Pengujian halaman kamera dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 *Black Box Testing* halaman kamera

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan
B01	Melakukan klik pada tombol <i>flashlight</i>	Flashlight dapat nyala dan mati sesuai dengan kemauan dan dapat berfungsi dengan sempurna
B02	Melakukan klik pada tombol balik kamera	Kamera dapat berubah menjadi kamera depan atau belakang dan dapat berfungsi dengan sempurna
B03	Melakukan klik pada tombol impor dari galeri	Galeri terbuka dan bisa untuk memilih foto yang diinginkan dan akan masuk ke halaman pengeditan
B04	Melakukan klik pada tombol foto	Foto dapat menampilkan hasil yang sesuai dan masuk ke halaman pengeditan yang dapat mengubah rotasi dan skala gambar

3. Ketepatan OCR

Ketepatan OCR penting untuk diuji karena merupakan alat utama pada aplikasi. Ketepatan OCR bisa dilakukan dengan menguji pada medan yang datar maupun miring. Pengujian ketepatan OCR dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 *Black Box Testing* ketepatan OCR

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan
B01	Melakukan pengujian dengan produk makanan langsung	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya
B02	Melakukan pengujian dengan gambar produk dari internet	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya
B03	Melakukan pengujian dengan <i>background</i> yang datar	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya
B04	Melakukan pengujian dengan <i>background</i> tulisan yang cembung/miring	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya

4. Fitur Verifikasi Halal Haram

Fitur verifikasi halal haram penting untuk diuji karena merupakan fitur utama pada aplikasi. Pengujian ini meliputi translasi pada hasil OCR, pengecekan *database*, hingga fungsi report. Pengujian fitur verifikasi halal haram dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 *Black Box Testing* fitur verifikasi halal haram

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan
C01	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan berbagai bahasa	Bahasa akan ditranslasikan dan ditampilkan menjadi bahasa Inggris
C02	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan bahan halal	Menampilkan status “halal” sesuai mazhab dengan <i>background</i> berwarna hijau beserta alasannya
C03	Melakukan <i>scan</i> pada produk terindikasi syubhat sesuai <i>database</i>	Menampilkan status “syubhat” sesuai mazhab dengan <i>background</i> berwarna jingga beserta alasannya
C04	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan bahan haram	Menampilkan status “haram” sesuai mazhab dengan <i>background</i> berwarna merah beserta alasannya
C05	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan bahan yang belum diketahui atau belum terdaftar di <i>database</i>	Menampilkan status “unavailable” dengan <i>background</i> berwarna abu-abu dan akan muncul tombol report untuk mengadakan kepada <i>developer</i>
C06	Melakukan foto pada objek yang tidak terdapat teks	Hasil OCR akan menampilkan “No text detected”
C07	Melakukan klik pada tombol pilihan mazhab	Mazhab akan berganti sesuai dengan yang dipilih dan menampilkan hasilnya
C08	Melakukan klik pada tombol <i>report</i>	Berpindah ke aplikasi Gmail dan terdapat format untuk melaporkan aplikasi pada <i>developer</i>
C09	Melakukan klik pada tombol “back to home”	Berpindah ke halaman <i>home</i> dan data akan disimpan di halaman riwayat dengan sama persis

5. Fitur *History*

Fitur *history* atau riwayat merupakan fitur tambahan yang berfungsi untuk menyimpan halaman hasil. Pengujian fitur *history* dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 *Black Box Testing* fitur *history*

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan
D01	Melakukan klik pada list riwayat	Menampilkan riwayat verifikasi halal haram yang sama persis dengan fitur halal haram
D02	Menggeser <i>list</i> riwayat	<i>List</i> yang digeser akan terhapus dan riwayat yang tersimpan juga terhapus

3.5.2 *System Usability Scale*

Sementara itu, untuk mengukur pengalaman pengguna dan tingkat kemudahan penggunaan aplikasi, peneliti mengadopsi instrumen *System Usability Scale* (SUS). SUS adalah kuesioner baku yang dirancang untuk mengukur *usability* sistem komputer dari perspektif subjektif pengguna. Dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986, SUS terkenal karena kemudahannya diadministrasikan dan kemampuannya memberikan skor tunggal yang representatif mengenai tingkat kepuasan pengguna.

Pengujian ini melibatkan 16 responden dengan karakteristik demografis yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu berada pada rentang usia 18–24 tahun, memiliki pengalaman penggunaan *smartphone* lebih dari lima tahun, serta berasal dari dua kategori pekerjaan, yaitu mahasiswa dan pekerja. Variabel-variabel demografi tersebut dipilih untuk memastikan bahwa responden memiliki kemampuan dasar dalam menggunakan aplikasi *mobile* dan mampu memberikan penilaian yang relevan terhadap aspek kemudahan penggunaan. Selain itu, sebagian besar responden belum pernah menggunakan aplikasi verifikasi halal sebelumnya, sehingga penilaian yang diberikan dapat lebih objektif.

Setelah berhasil menyelesaikan serangkaian tugas pengujian fungsional (*Black Box Testing*), pengguna akan diminta untuk mengisi instrumen SUS yang terdiri dari sepuluh pernyataan. Pernyataan-pernyataan berskala Likert tersebut akan menjadi dasar untuk menilai persepsi dan tingkat kepuasan pengguna terhadap kemudahan, konsistensi, dan efisiensi penggunaan aplikasi secara keseluruhan. Rancangan pernyataan *System Usability Scale* (SUS) dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Pernyataan *System Usability Scale*

Kode	Pernyataan
P1	Saya pikir saya akan menggunakan aplikasi ini lagi.
P2	Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit untuk digunakan dan bisa lebih sederhana.

P3	Saya pikir aplikasi ini mudah digunakan.
P4	Saya merasa memerlukan bantuan dari ahli teknis untuk dapat menggunakan aplikasi ini.
P5	Saya menemukan bahwa berbagai fungsi atau fitur di aplikasi ini terintegrasi dengan baik.
P6	Saya rasa aplikasi ini memiliki terlalu banyak ketidakkonsistenan.
P7	Saya rasa orang lain akan belajar menggunakan aplikasi ini dengan sangat cepat.
P8	Saya merasa aplikasi ini sangat tidak praktis ketika digunakan.
P9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan aplikasi ini
P10	Saya perlu banyak beradaptasi terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi ini.

Seluruh pernyataan yang tercantum dalam instrumen pengujian diserahkan kepada para responden untuk dievaluasi selama kegiatan pengujian sistem. Responden diminta untuk mengindikasikan derajat persetujuan mereka terhadap setiap pernyataan menggunakan skala Likert lima tingkat, dengan rentang nilai terendah 1 (sangat tidak setuju) hingga nilai tertinggi 5 (sangat setuju). Untuk menentukan skor akhir *System Usability Scale* (SUS), serangkaian langkah perhitungan harus diikuti secara sistematis. Penjelasan mengenai makna dari setiap nilai pada skala tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Skala Likert *System Usability Scale*

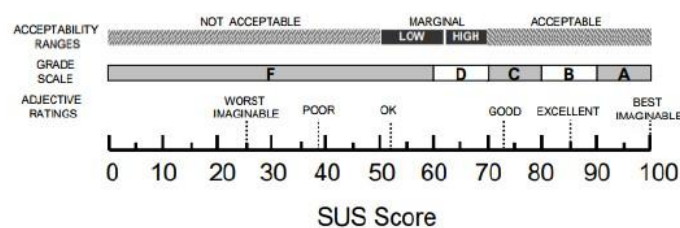
Jawaban	Skor
Sangat tidak setuju	1
Tidak setuju	2
Netral	3
Setuju	4
Sangat setuju	5

Perhitungan diawali dengan normalisasi skor pada setiap butir pernyataan berdasarkan nomor urutnya:

- 1 Untuk butir-butir pernyataan yang memiliki nomor ganjil, skor normalisasi diperoleh dengan mengurangi nilai tanggapan yang diberikan responden dengan angka 1.
- 2 Sebaliknya, untuk butir-butir pernyataan yang memiliki nomor genap, skor normalisasi dihitung dengan mengurangkan nilai jawaban responden dari angka 5.

Setelah seluruh sepuluh skor individu dinormalisasi, langkah selanjutnya adalah mengakumulasikan total skor dari seluruh pernyataan tersebut. Nilai akumulasi ini kemudian

dikalikan dengan faktor pengali 2,5 (dua koma lima) untuk menghasilkan nilai akhir (skor tunggal) dari *System Usability Scale* (SUS), yang merepresentasikan tingkat *usability* atau kemudahan penggunaan aplikasi secara keseluruhan. Nilai akhir yang diperoleh dari kuesioner SUS akan merepresentasikan tingkat *usability* produk, dan kemudian dikategorikan berdasarkan skala penerimaan standar. Nilai akhir ini dibagi menjadi tiga tingkatan utama: kategori pertama adalah *not acceptable* untuk nilai antara 0 - 50,9, yang mengindikasikan *usability* yang sangat buruk; kategori kedua adalah *marginal* untuk nilai antara 51,0 - 70,9, yang menunjukkan *usability* yang masih membutuhkan perbaikan signifikan; dan kategori tertinggi adalah *acceptable* untuk nilai antara 71,0 - 100, yang menunjukkan *usability* yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Klasifikasi nilai akhir kuesioner SUS ini menjadi tolok ukur utama untuk menyimpulkan keberhasilan aplikasi dalam menyediakan pengalaman pengguna yang efisien. Penjelasan nilai kuesioner SUS dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Penilaian *System Usability Scale*

3.5.3 Kuesioner Tambahan

Selain instrumen pengujian utama, peneliti juga menyertakan dua kuesioner tambahan yang berfungsi untuk mendapatkan evaluasi yang lebih mendalam. Kedua kuesioner tambahan tersebut meliputi: kuesioner khusus yang ditujukan untuk ahli (*expert validation*) dan kuesioner terperinci yang merupakan ekstensi dari *System Usability Scale* (SUS). Metodologi penilaian untuk kedua kuesioner ini mengadopsi prinsip dan perhitungan yang sama dengan metode SUS standar, namun akan dihitung dan dianalisis secara terpisah untuk menghasilkan skor individual. Rancangan pernyataan kuesioner khusus untuk ahli dan kuesioner detail dari SUS dapat dilihat pada Tabel 3.12 dan Tabel 3.13.

Tabel 3.12 Pernyataan kuesioner untuk ahli

Kode	Pernyataan
PA1	Metode verifikasi halal berbasis bahan baku yang diterapkan aplikasi ini sudah relevan dan memadai dalam memberikan jaminan kehalalan kepada konsumen muslim.

PA2	Penggunaan referensi perbedaan mazhab sebagai solusi penyedia informasi verifikasi halal merupakan pendekatan yang tepat dan edukatif dalam konteks aplikasi untuk pengguna.
PA3	Pemilihan mazhab Hanafi dan Syafi'i sebagai penyedia perbedaan referensi sudah tepat di aplikasi ini.
PA4	Hukum bahan-bahan yang ada di <i>database</i> atau yang ditampilkan di aplikasi sudah tepat dan sesuai dengan fatwa hukum pada setiap mazhab.
PA5	Penggunaan alasan dari tiap bahan sudah tepat sebagai informasi lanjut dari status hukum untuk pengguna.
PA6	Alasan dari tiap bahan sudah tepat sebagai informasi lanjut dari status hukum untuk pengguna.
PA7	Penggunaan 3 kategori yakni halal, haram, dan syubhat merupakan keputusan yang tepat pada aplikasi ini.
PA8	Penggunaan <i>e-numbers</i> pada kedua mazhab di aplikasi ini sudah tepat.
PA9	Tingkat kehati-hatian yang diterapkan aplikasi dalam memberikan output verifikasi terutama pada bahan-bahan turunan hewani atau bahan yang prosesnya ambigu sudah sesuai di aplikasi ini.
PA10	Metode penetapan hukum (<i>istinbath</i>) yang digunakan untuk mengklasifikasikan bahan-bahan syubhat yang statusnya bergantung pada perbedaan mazhab (misalnya, isu <i>istihalah</i> atau najis ' <i>ain</i>) sudah merepresentasikan pandangan mazhab yang bersangkutan secara akurat.

Tabel 3.13 Pernyataan kuesioner rinci dari SUS

Kode	Pernyataan
PB1	Tampilan dari aplikasi sudah memudahkan pengguna dalam mengecek suatu produk makanan atau minuman.
PB2	Proses pemindaian label (<i>scanning</i>) berlangsung cepat dan efisien.
PB3	Teks bahan-bahan yang ditampilkan setelah pemindaian mudah dibaca dan dipahami.
PB4	Aplikasi berhasil memproses <i>scan</i> pada berbagai jenis kemasan (misalnya, melengkung, reflektif).
PB5	Informasi status hukum (halal, haram, syubhat) yang disajikan aplikasi sudah sangat jelas dan mudah dipahami.
PB6	Fitur pembeda referensi mazhab (Hanafi/Syafi'i) sangat membantu dalam pengambilan keputusan konsumsi.

PB7	Tampilan visual (misalnya, penggunaan warna) untuk membedakan status hukum sudah efektif.
PB8	Saya merasa yakin (<i>confident</i>) dengan status hukum yang diberikan aplikasi
PB9	Saya tidak memerlukan <i>link</i> untuk mengecek sumber fatwa kehalalan, karena saya sudah percaya dengan aplikasi.
PB10	Saya dapat dengan mudah menyampaikan kepada <i>developer</i> saat menemukan kesalahan hukum.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan luaran implementasi aplikasi verifikasi status halal dan haram produk berdasarkan komposisi bahan menggunakan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR). Proses pengembangan aplikasi telah dijabarkan secara sistematis pada Bab III Metodologi Penelitian melalui pendekatan *Design Thinking*, yang mencakup tahapan dari *empathize* hingga *ideate*. Dalam bab ini, hasil aktual dari proses perancangan tersebut dipresentasikan, menunjukkan bagaimana spesifikasi yang telah ditetapkan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi fungsional yang siap digunakan. Penyajian hasil ini merujuk langsung pada detail perancangan yang telah diuraikan sebelumnya pada Bab III, serta divalidasi berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang ditetapkan oleh penelitian. Pembahasan dalam bab ini secara terperinci menguraikan bagaimana fitur-fitur utama yang telah diimplementasikan berhasil merespons kebutuhan pengguna dan memberikan solusi atas permasalahan yang dirumuskan sebelumnya.

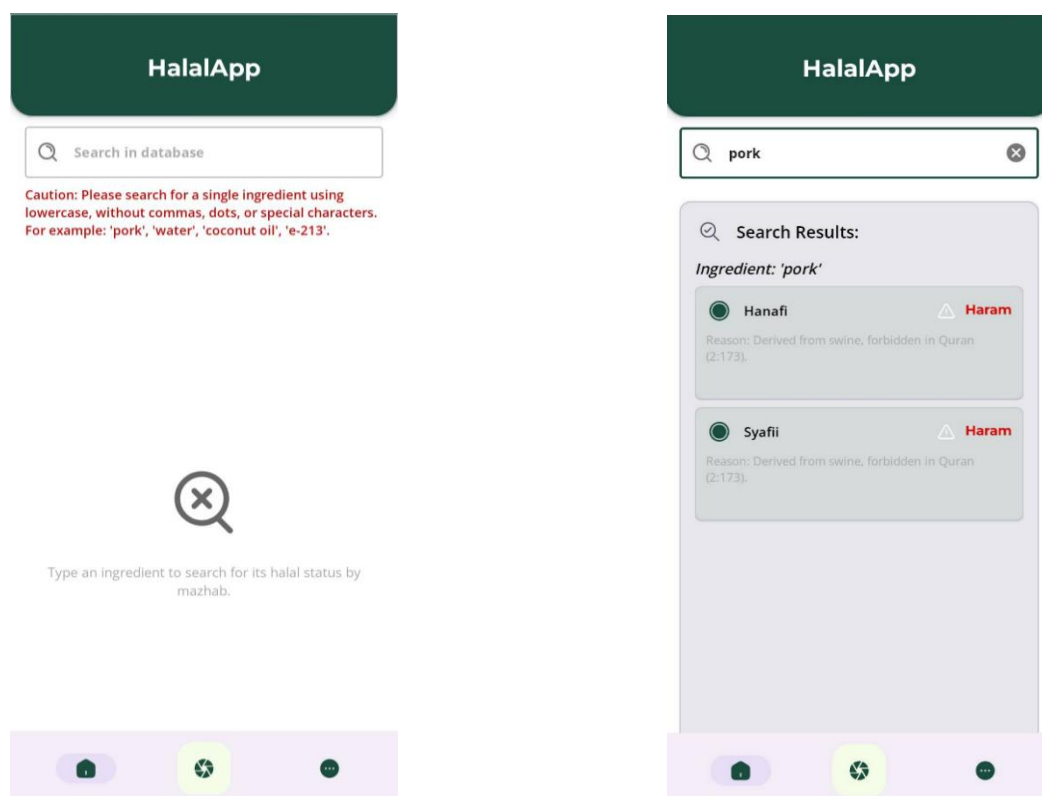
4.1 Hasil Implementasi Aplikasi

Subbab ini memaparkan hasil nyata dari implementasi sistem aplikasi verifikasi status halal dan haram produk berdasarkan komposisi bahan menggunakan *Optical Character Recognition* (OCR). Sistem ini dikembangkan secara *native* menggunakan platform Android Studio dan diintegrasikan dengan *Cloud Firestore* sebagai layanan basis data utama berbasis *cloud*. Seluruh fitur kunci aplikasi dirancang secara spesifik untuk memfasilitasi pengguna dalam menentukan status kehalalan produk melalui analisis komposisi bahan yang dipindai. Implementasi ini dijalankan berdasarkan tahapan metodologi *Design Thinking* yang telah disajikan sebelumnya, mencakup fase *empathize*, *define*, *ideate*, *prototyping*, dan *testing*.

4.1.1 Tampilan Halaman Utama dan Fitur *Search in Database*

Halaman utama merupakan antarmuka pertama yang diakses pengguna ketika aplikasi dijalankan. Desain halaman ini diupayakan sesederhana mungkin untuk memastikan pengguna dapat berinteraksi dengan nyaman dan tanpa kebingungan. Fitur utama yang ditonjolkan adalah *search in database*, yang diwujudkan melalui sebuah kolom pencarian yang terletak tepat di bawah *header*. Melalui kolom ini, pengguna dapat melakukan verifikasi status komposisi bahan dengan memasukkan nama bahan yang ingin diperiksa kehalalannya.

Sebagai panduan penggunaan, terdapat sebuah kalimat peringatan yang diposisikan di bawah kolom pencarian, berfungsi mengingatkan pengguna untuk memasukkan dan mencari bahan satu per satu. Sebagai contoh visual (sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 4.1), ketika kata "pork" dimasukkan, sistem akan menampilkan hasil yang merujuk pada dua mazhab yang tersedia. Hasil ini menyajikan status kehalalan bahan (misalnya, "Haram") berdasarkan interpretasi masing-masing mazhab, lengkap dengan ikon visual yang sesuai. Selain status, tampilan hasil juga diperkaya dengan penyertaan alasan spesifik penetapan status komposisi tersebut. Misalnya, alasan yang ditampilkan adalah “Derived from swine, forbidden in Quran (2:173)”, memberikan dasar keilmuan yang jelas. Halaman utama ini juga dilengkapi dengan *bottom navigation bar*, yang berfungsi sebagai pusat navigasi. Bar navigasi ini menyediakan tombol berikon rumah (melambangkan halaman utama ini), tombol halaman kamera yang terletak di posisi tengah, dan tombol halaman *more* dengan ikon titik tiga (...) di sebelah kanan untuk opsi lebih lanjut.



Gambar 4.1 Tampilan halaman utama dan fitur *search in database*

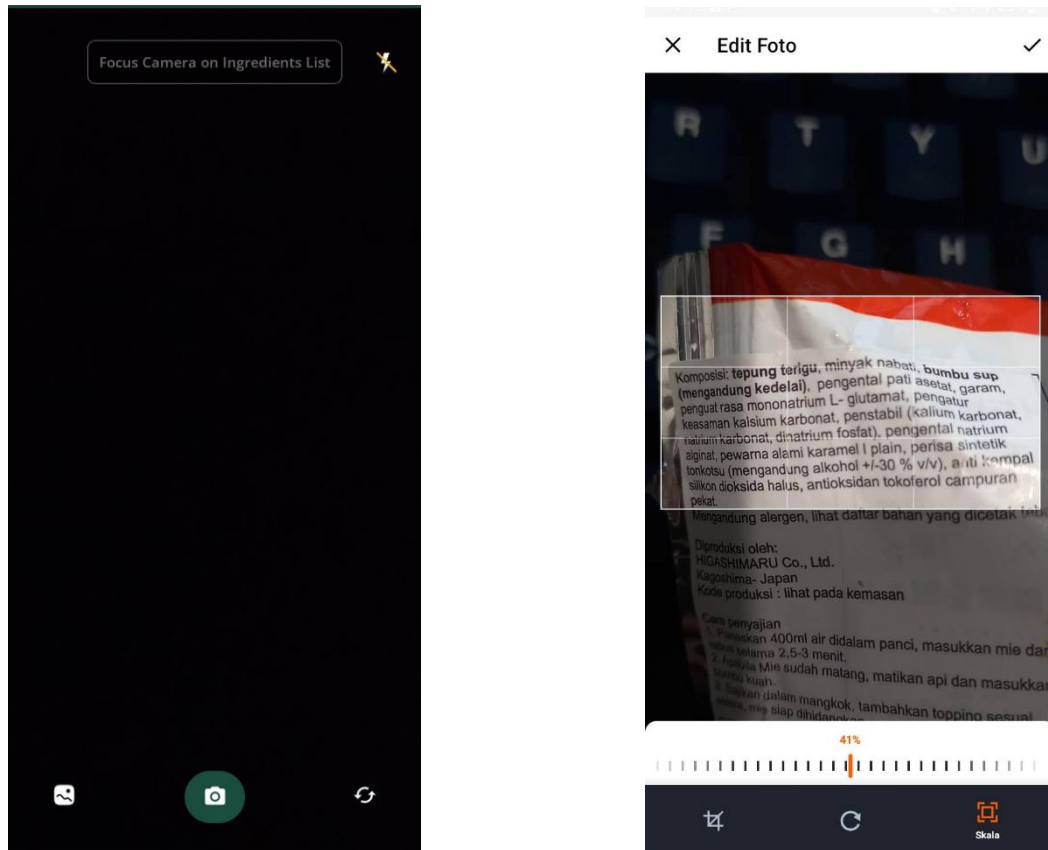
4.1.2 Tampilan Halaman Kamera dan Edit

Halaman kamera berfungsi sebagai pintu masuk untuk mengaktifkan fitur utama aplikasi, yaitu verifikasi komposisi bahan menggunakan teknologi OCR. Antarmuka halaman ini

dirancang menyerupai aplikasi kamera bawaan perangkat pada umumnya guna memfasilitasi kemudahan adaptasi pengguna. Pada tampilan kamera, terdapat kalimat peringatan “Focus camera on ingredients list” yang secara eksplisit mengingatkan pengguna untuk mengarahkan fokus kamera hanya pada daftar komposisi produk, dan bukan pada kode batang (*barcode*) atau *QR code*.

Fungsi pendukung fotografi tersedia lengkap: di pojok kanan atas, terdapat tombol untuk mengaktifkan dan menonaktifkan lampu kilat (*flashlight*), di kiri bawah, tersedia tombol untuk mengimpor gambar dari galeri perangkat, di sisi kanan, terdapat tombol untuk beralih antara kamera depan dan belakang (*switch camera*), sementara tombol potret utama diposisikan di tengah bawah.

Setelah gambar komposisi berhasil diambil atau diimpor dari galeri, sistem secara otomatis mengarahkan pengguna ke halaman pengeditan. Halaman ini sangat penting karena memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan skala dan fokus foto sebelum diproses oleh OCR. Pengguna dapat mengubah skala, melakukan rotasi, dan memperbesar (*zoom*) foto. Penyesuaian ini bertujuan untuk memastikan bahwa teks yang tertangkap hanyalah daftar komposisi bahan produk. Hal ini krusial karena apabila terdapat teks asing lain yang ikut terbaca, sistem akan memprosesnya dan berpotensi mengganggu akurasi hasil verifikasi.



Gambar 4.2 Tampilan halaman kamera dan edit

4.1.3 OCR dan Halaman Hasil

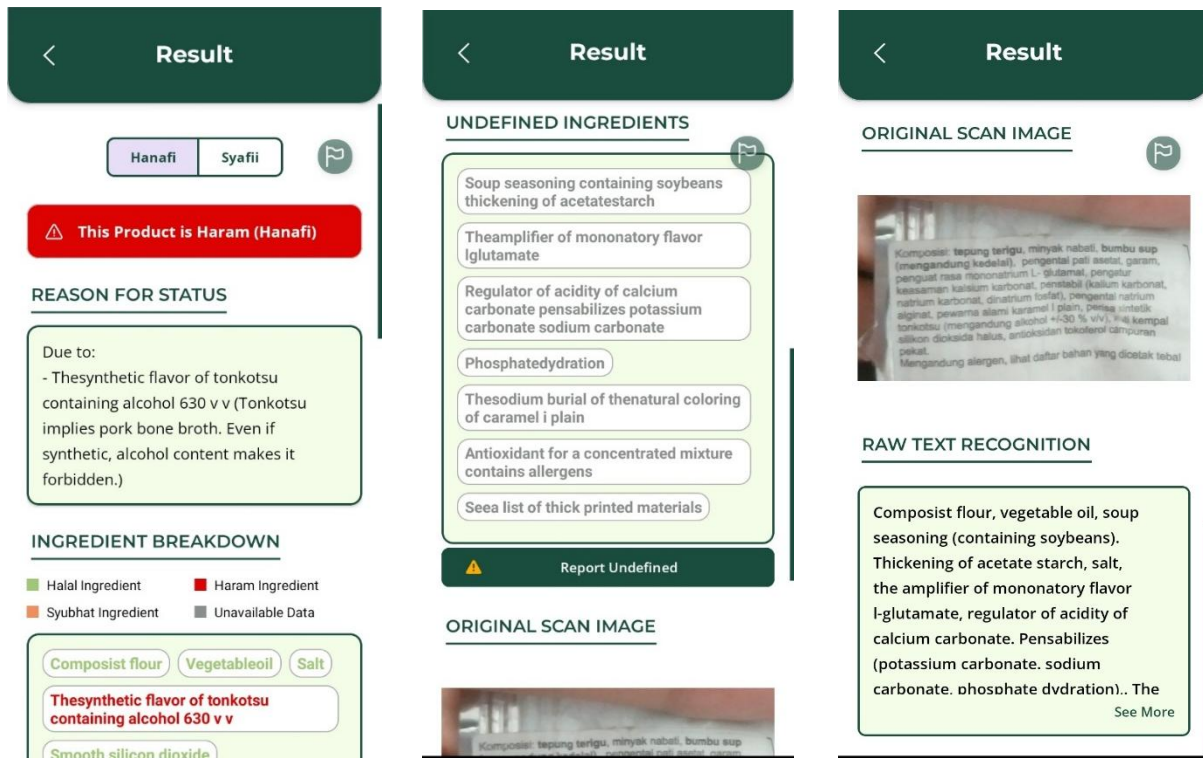
Setelah melalui tahapan akuisisi citra dan penyempurnaan di halaman pengeditan, sistem memproses teks yang tertangkap menggunakan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR). Hasil ekstraksi dan analisis tersebut kemudian disajikan pada halaman hasil (*result activity*), yang dirancang sebagai pusat informasi komprehensif bagi pengguna untuk memverifikasi status kehalalan produk. Tata letak halaman ini disusun secara hierarkis untuk memudahkan pembacaan informasi. Pada bagian teratas, terdapat tombol navigasi (*toggle button*) yang memungkinkan pengguna beralih antara preferensi fatwa mazhab Hanafi atau Syafi'i secara *real-time*. Di sudut kanan atas, tersedia tombol aksi (*floating action button*) yang berfungsi sebagai mekanisme umpan balik (*feedback*) atau pelaporan umum bagi pengguna.

Tepat di bawah navigasi, terdapat kartu status utama bertuliskan “*this product is...*” yang berfungsi memberikan kesimpulan hukum instan terhadap produk secara keseluruhan. Kartu ini didesain responsif dengan indikator warna: hijau untuk status halal, jingga untuk syubhat, merah untuk haram, dan abu-abu jika status tidak tersedia (*unavailable*). Di bawah kartu status, terdapat bagian “*reason for status*” yang menyajikan landasan dalil atau alasan ilmiah mengapa

status hukum tertentu diberikan, diikuti oleh bagian “*ingredient breakdown*” yang merincikan daftar bahan yang berhasil dikenali oleh sistem. Pada bagian ini, teks bahan telah dinormalisasi menjadi unit-unit terpisah tanpa tanda baca pengganggu, dan setiap bahan diberi kode warna sesuai status hukum individualnya dengan bantuan legenda warna (*color palette*) di atasnya untuk memandu pemahaman pengguna.

Sebagai fitur penanganan kesalahan (*error handling*) dan transparansi, sistem menampilkan kartu khusus berjudul “*undefined ingredients*” yang terletak tepat di bawah rincian bahan utama. Bagian ini secara khusus menampung bahan-bahan yang terbaca oleh OCR namun belum terdaftar dalam basis data aplikasi atau mengalami kesalahan penulisan (*typo*) yang signifikan. Bahan-bahan ini ditampilkan dengan warna abu-abu untuk membedakannya dari bahan yang telah terverifikasi, memungkinkan pengguna untuk meneliti lebih lanjut atau melaporkannya ke pengembang melalui tombol lapor khusus. Selanjutnya, untuk keperluan validasi visual, sistem menyertakan tampilan “*original scan image*” yang memperlihatkan potongan citra asli hasil pemangkasan (*cropped image*), sehingga pengguna dapat membandingkan teks fisik pada kemasan dengan hasil pembacaan sistem.

Bagian terbawah halaman menampilkan hasil mentah pembacaan OCR pada kartu “*raw text recognition*”. Fitur unggulan pada bagian ini adalah mekanisme penerjemahan otomatis yang terintegrasi. Meskipun komposisi asli pada kemasan berbahasa asing (selain bahasa Inggris), sistem secara otomatis mengidentifikasi bahasa tersebut dan menerjemahkannya ke dalam bahasa Inggris sebelum diproses lebih lanjut. Seluruh elemen antarmuka ini disajikan dalam satu tampilan gulir (*scroll view*) yang responsif, memastikan pengguna mendapatkan informasi yang transparan, akurat, dan mudah dicerna dalam menentukan keputusan konsumsi produk.

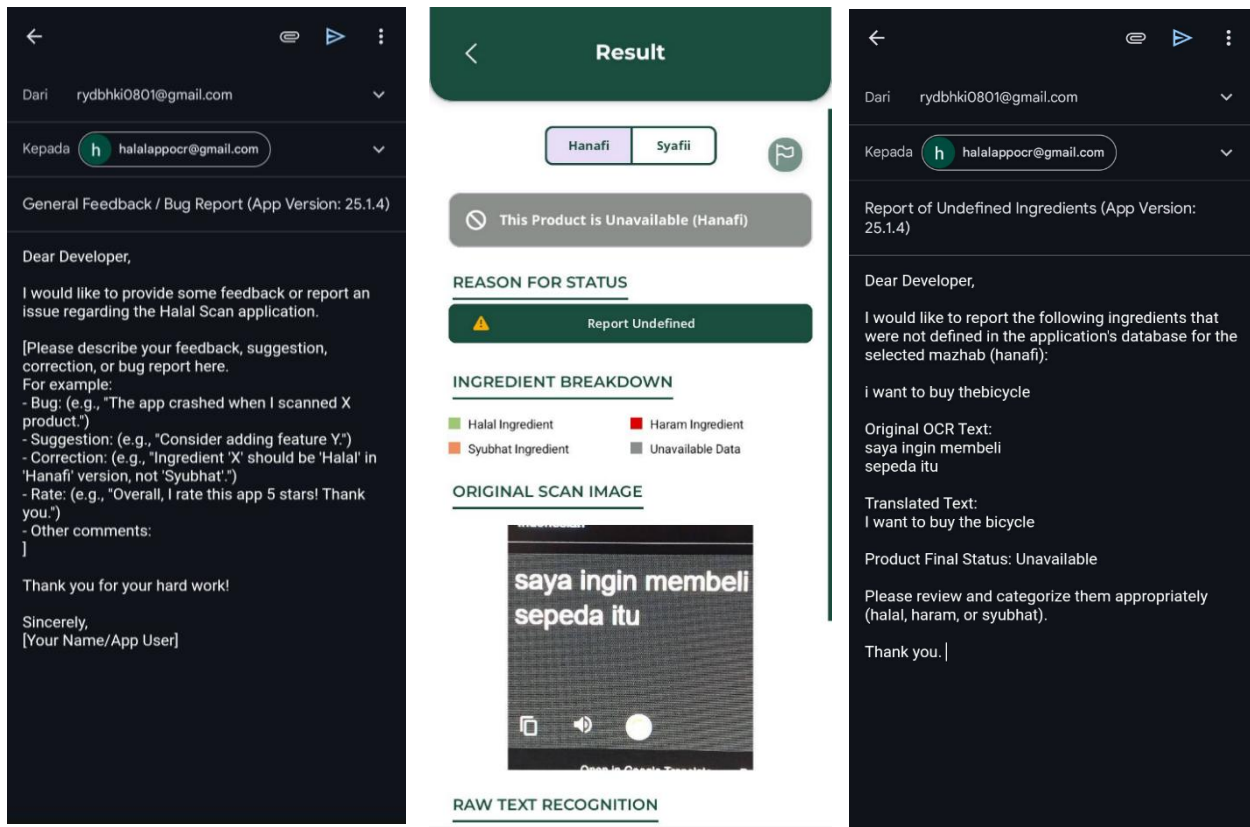


Gambar 4.3 Tampilan OCR dan halaman hasil

4.1.4 Fitur Laporan

Fitur laporan disediakan untuk dua kondisi spesifik, yang masing-masing memiliki tujuan dan mekanisme pengiriman data yang berbeda. Mekanisme pertama adalah laporan umum yang diakses melalui *floating action button* berlogo bendera pada halaman hasil. Laporan ini dirancang untuk menunjang peningkatan kinerja aplikasi secara menyeluruh, seperti melaporkan penemuan *bug*, memberikan saran, kritik, dan masukan yang bersifat lebih umum.

Mekanisme laporan kedua hanya muncul ketika status produk pada halaman hasil tidak teridentifikasi (*unavailable*), melalui tombol khusus bernama "Report Undefined". Laporan jenis ini secara spesifik berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengembang mengenai komposisi bahan yang belum tercatat atau terklasifikasi dalam basis data aplikasi. Perbedaan ini tercermin jelas pada isi email yang dihasilkan dari kedua mekanisme laporan tersebut: *email* dari laporan umum (tombol bendera) memiliki konten yang lebih umum, sedangkan email dari tombol "Report Undefined" secara otomatis memuat daftar bahan-bahan produk yang belum teridentifikasi. Dengan demikian, pengembang dapat dengan cepat memasukkan bahan-bahan tersebut ke dalam basis data, sehingga memperkaya cakupan dan akurasi aplikasi secara berkelanjutan.



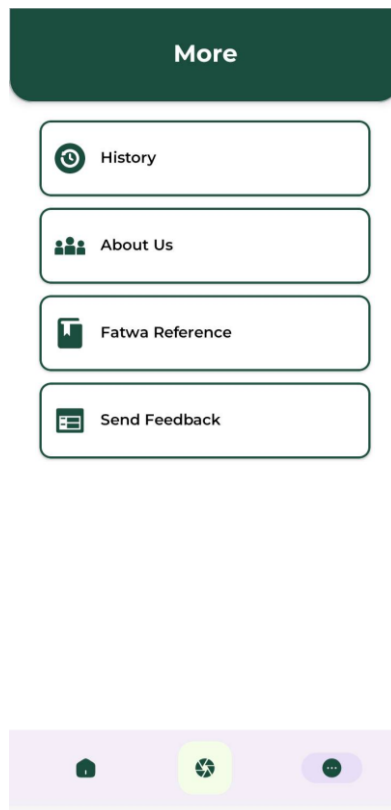
Gambar 4.4 Tampilan fitur laporan

4.1.5 Halaman *More*

Halaman *more* berfungsi sebagai pusat fitur-fitur tambahan yang melengkapi fungsionalitas utama aplikasi. Halaman ini menampung empat menu utama, yaitu *history* (riwayat pemindaian), *about us*, *fatwa reference*, dan *send feedback*. Setiap menu memiliki fungsi spesifiknya, mulai dari memperkenalkan pengembang aplikasi, memberikan informasi mengenai referensi fatwa yang digunakan dalam sistem, hingga menyediakan mekanisme pengiriman umpan balik.

Secara khusus, tombol *send feedback* yang terletak di halaman ini memiliki perbedaan fungsional dan aksesibilitas dibandingkan dengan tombol laporan di halaman hasil. Tombol *send feedback* dirancang agar lebih mudah dijangkau dan bersifat umum, memungkinkan pengguna untuk segera mengirimkan kritik atau saran tanpa harus melalui proses pemindaian produk terlebih dahulu, atau tanpa perlu mengakses riwayat pemindaian. Keputusan untuk menyertakan tombol umpan balik yang terpisah ini didasarkan pada pertimbangan bahwa data riwayat disimpan secara lokal pada perangkat pengguna, yang memungkinkan pengguna menghapusnya. Dengan adanya akses mudah melalui halaman *more*, pengguna tetap dapat

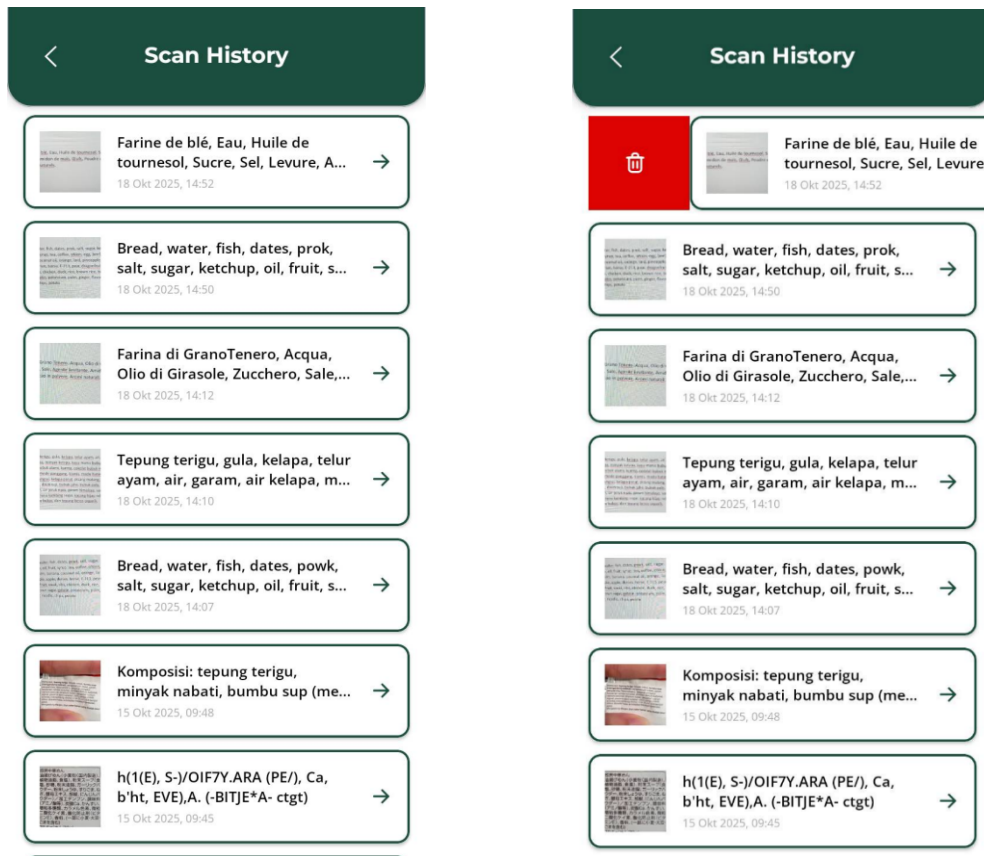
menyampaikan masukan terlepas dari apakah mereka menyimpan atau telah menghapus riwayat pemindaian mereka.



Gambar 4.5 Tampilan halaman *more*

4.1.6 Halaman *History*

Fungsionalitas halaman riwayat (*history*) didedikasikan untuk menyimpan dan menampilkan rekaman produk yang pernah dipindai oleh pengguna. Daftar riwayat ini diorganisasi menggunakan komponen *recycler view*, yang memastikan tampilan visual tetap praktis dan dinamis meskipun jumlah rekaman terus bertambah. Setiap entri riwayat disimpan dan disajikan dengan detail yang sama persis dengan tampilan pada halaman hasil (*result*) saat diakses. Ini berarti seluruh fungsionalitas dan elemen interaktif yang ada di halaman hasil, seperti fitur terjemahan, penyesuaian warna, tombol pelaporan, dan menu lainnya, dapat digunakan kembali ketika pengguna mengakses rekaman dari halaman riwayat. Untuk pengelolaan data, pengguna memiliki opsi untuk menghapus salah satu rekaman riwayat. Proses penghapusan dilakukan dengan menggeser (*swipe*) daftar yang diinginkan, yang kemudian akan memunculkan latar belakang berwarna merah dengan ikon tempat sampah, menandakan rekaman telah berhasil dihapus dari penyimpanan.



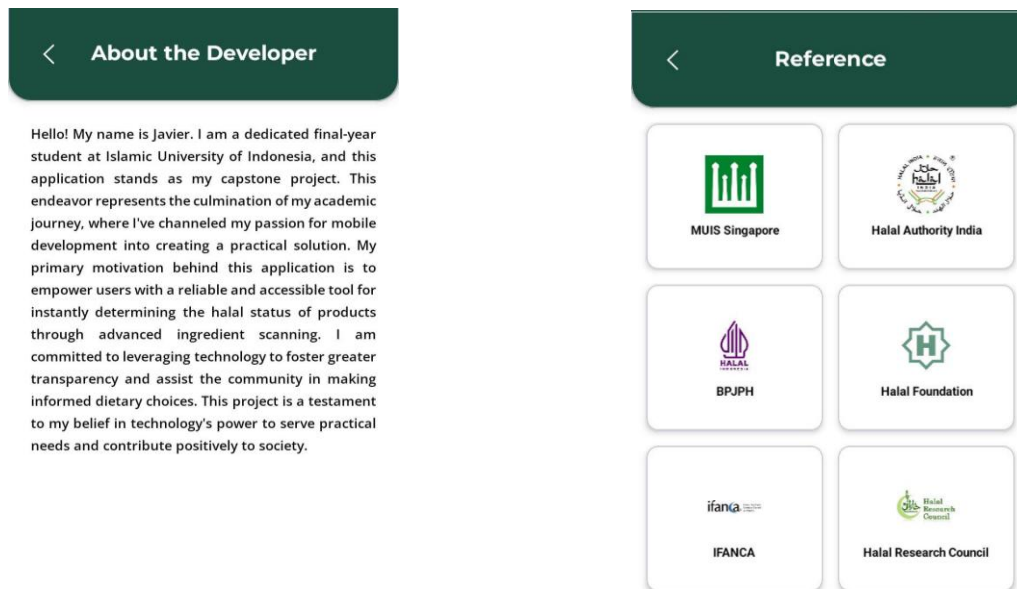
Gambar 4.6 Tampilan daftar halaman *history*

4.1.7 Halaman *About Us* dan *Fatwa Reference*

Halaman *about us* menyajikan informasi esensial mengenai pengembang aplikasi. Selain detail kontak, halaman ini juga memberikan konteks bahwa aplikasi ini merupakan proyek yang dikembangkan sebagai bagian dari penyelesaian tugas akhir (*final project*).

Selanjutnya, halaman *fatwa reference* memuat daftar badan resmi yang dijadikan sumber rujukan otoritatif untuk penetapan status kehalalan dalam aplikasi. Saat ini, terdapat enam badan resmi yang menjadi referensi, meliputi Muis Singapore, Halal Authority India, BPJPH (Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal), Halal Foundation, IFANCA, dan Halal Research Council. Pengambilan referensi dari keenam badan ini telah disesuaikan secara cermat dengan ketersediaan interpretasi Mazhab Hanafi dan Syafi'i yang digunakan dalam sistem. Materi referensi yang diambil mencakup berbagai informasi krusial, seperti daftar *E-numbers*, bahan-bahan yang dikecualikan dari kewajiban sertifikat halal, dan bahan-bahan penting lainnya. Untuk menjamin transparansi penuh, setiap card referensi yang ditampilkan di halaman ini dapat diklik, yang akan mengarahkan pengguna langsung ke halaman web

sumber rujukan tersebut. Mekanisme ini memungkinkan pengguna untuk memverifikasi secara langsung daftar bahan yang dijadikan dasar referensi kehalalan oleh aplikasi.



Gambar 4.7 Tampilan halaman *about us* dan *fatwa reference*

4.2 Hasil Implementasi *Database*

Sesuai dengan perancangan struktur basis data pada Bab 3, implementasi basis data pada sistem ini telah direalisasikan menggunakan *Cloud Firestore*. Implementasi difokuskan pada pembentukan struktur yang sederhana dan efisien untuk mendukung performa aplikasi yang mengutamakan kecepatan pembacaan data (*read-heavy*).

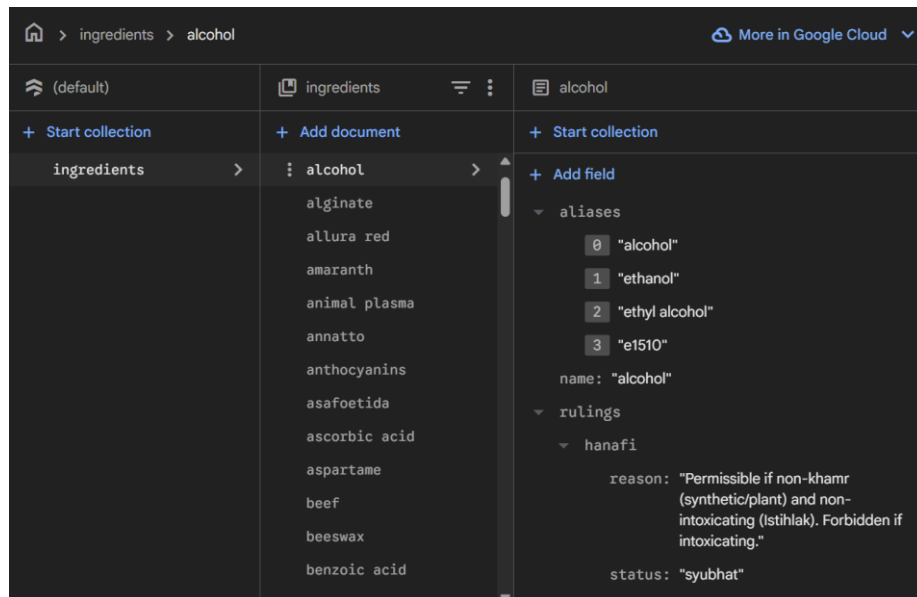
Seluruh data bahan makanan telah berhasil diimpor ke dalam satu *collection* utama bernama *ingredients*. Implementasi model data terpusat ini memastikan bahwa setiap dokumen merepresentasikan satu entitas bahan unik yang memuat seluruh informasi yang dibutuhkan (nama, variasi penulisan, dan hukum) dalam satu kesatuan, tanpa memerlukan operasi penggabungan (*join*) yang kompleks.

4.2.1 Realitas Komponen Dokumen

Setiap dokumen dalam koleksi *ingredients* telah diimplementasikan dengan tiga komponen utama sebagaimana dirancang, yaitu:

1. *name*: Diimplementasikan sebagai *string* yang menyimpan nama resmi bahan untuk keperluan tampilan antarmuka (*display*).
2. *aliases*: Diimplementasikan sebagai *array* yang menampung berbagai variasi nama, sinonim, nama ilmiah, dan kode *e-number*. Komponen ini terbukti krusial dalam memfasilitasi pencocokan hasil OCR yang beragam agar tetap merujuk pada satu bahan yang tepat.
3. *rulings*: Diimplementasikan sebagai *embedded map* yang menyimpan status hukum dan alasan (*reason*) secara terstruktur untuk mazhab Hanafi dan Syafi'i. Struktur ini memberikan fleksibilitas jika terdapat penambahan mazhab di masa depan tanpa merombak struktur dokumen.

Berikut adalah visualisasi fisik dari implementasi data tersebut pada konsol *Cloud Firestore* yang ditampilkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan *database* pada *Cloud Firestore*

4.2.2 Statistik Data Bahan

Implementasi data ke dalam sistem dilakukan dengan memperhatikan prinsip efisiensi. Data tidak disimpan secara berulang (*redundan*), melainkan dimaksimalkan melalui penggunaan *aliases*. Hal ini menghasilkan *database* yang ringan namun memiliki cakupan deteksi yang luas. Berdasarkan data yang telah dimasukkan, berikut adalah statistik hasil implementasi basis data yang disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah data di *database*

Kategori Data	Jumlah	Keterangan
Total dokumen (<i>ingredients</i>)	>315	Jumlah dokumen bahan unik yang tersimpan dalam <i>collection ingredients</i> .
Total variasi (<i>aliases</i>)	>1,250	Total kata kunci pencarian yang tersimpan dalam <i>array aliases</i> (nama umum, kimia, dan <i>E-numbers</i>).
Cakupan mazhab	2	Hanafi dan Syafi'i pada setiap dokumen.
Status hukum	3	Halal, haram, syubhat.

Jumlah dokumen fisik (± 315) dijaga tetap ringkas untuk menghemat biaya pembacaan dan mempermudah pemeliharaan, sementara jumlah *aliases* (>1.250) memastikan akurasi pendeteksian bahan dari hasil pindaian kamera tetap tinggi.

4.3 Hasil Pengujian Aplikasi

Setelah tahap implementasi aplikasi dan basis data berhasil diselesaikan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap sistem secara menyeluruh. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa seluruh fitur fungsional berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang dirancang, bebas dari kesalahan (*error*), serta untuk mengukur tingkat kelayakan dan kemudahan penggunaan aplikasi oleh pengguna akhir. Dalam penelitian ini, rangkaian pengujian dilakukan melalui tiga pendekatan metode, yaitu pengujian fungsional menggunakan *Black Box Testing*, evaluasi tingkat kebergunaan (*usability*) menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS), serta evaluasi kepuasan dan umpan balik pengguna melalui kuesioner tambahan. Berikut adalah uraian hasil dari masing-masing tahapan pengujian tersebut.

4.3.1 Hasil Pengujian *Black Box*

Dalam subbab ini, dilakukan evaluasi sistematis terhadap fungsionalitas aplikasi menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa seluruh fitur dan fungsi aplikasi beroperasi secara akurat dan konsisten sesuai dengan kebutuhan serta ekspektasi yang ditetapkan oleh pengguna. Rincian hasil dari pengujian *Black Box Testing* tersebut dapat dilihat di bawah ini.

1. Fitur *Search in Database*

Tabel 4.2 Pengujian *Black Box* fitur *search in database*

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
A01	Tidak menuliskan apapun pada <i>search bar</i>	Terdapat peringatan untuk mengisi bahan untuk dicari	Berhasil
A02	Menuliskan bahan secara asal atau yang tidak terdapat di <i>database</i>	Menampilkan hasil “not found” dari segala mazhab	Berhasil
A03	Menuliskan koma(,), titik(.), atau <i>special characters</i> pada <i>search bar</i>	Muncul peringatan untuk menuliskan bahan tanpa menggunakan koma(,), titik(.), atau <i>special characters</i>	Berhasil
A04	Menuliskan bahan yang ingin dicari dengan benar	Menampilkan hasil fatwa berupa halal, haram, atau syubhat dari kedua mazhab beserta alasannya	Berhasil

2. Halaman Kamera

Tabel 4.3 Pengujian *Black Box* halaman kamera

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
B01	Melakukan klik pada tombol <i>flashlight</i>	Flashlight dapat nyala dan mati sesuai dengan kemauan dan dapat berfungsi dengan sempurna	Berhasil
B02	Melakukan klik pada tombol balik kamera	Kamera dapat berubah menjadi kamera depan atau belakang dan dapat berfungsi dengan sempurna	Berhasil
B03	Melakukan klik pada tombol impor dari galeri	Galeri terbuka dan bisa untuk memilih foto yang diinginkan dan akan masuk ke halaman pengeditan	Berhasil

B04	Melakukan klik pada tombol foto	Foto dapat menampilkan hasil yang sesuai dan masuk ke halaman pengeditan yang dapat mengubah rotasi dan skala gambar	Berhasil
-----	---------------------------------	--	----------

3. Ketepatan OCR

Tabel 4.4 Pengujian *Black Box* ketepatan OCR

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
B01	Melakukan pengujian dengan produk makanan langsung	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya	Gagal sebagian
B02	Melakukan pengujian dengan gambar produk dari internet	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya	Berhasil
B03	Melakukan pengujian dengan <i>background</i> yang datar	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya	Berhasil
B04	Melakukan pengujian dengan <i>background</i> tulisan yang cembung/miring	Menampilkan hasil sesuai bahan-bahan pada produk aslinya	Gagal sebagian

4. Fitur Verifikasi Halal Haram

Tabel 4.5 Pengujian *Black Box* fitur verifikasi halal haram

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
C01	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan berbagai bahasa	Bahasa akan ditranslasikan dan ditampilkan menjadi bahasa Inggris	Berhasil

C02	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan bahan halal	Menampilkan status “halal” sesuai mazhab dengan <i>background</i> berwarna hijau beserta alasannya	Berhasil
C03	Melakukan <i>scan</i> pada produk terindikasi syubhat sesuai <i>database</i>	Menampilkan status “syubhat” sesuai mazhab dengan <i>background</i> berwarna jingga beserta alasannya	Berhasil
C04	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan bahan haram	Menampilkan status “haram” sesuai mazhab dengan <i>background</i> berwarna merah beserta alasannya	Berhasil
C05	Melakukan <i>scan</i> pada produk dengan bahan yang belum diketahui atau belum terdaftar di <i>database</i>	Menampilkan status “unavailable” dengan <i>background</i> berwarna abu-abu dan akan muncul tombol <i>report</i> untuk mengadukan kepada <i>developer</i>	Berhasil
C06	Melakukan foto pada objek yang tidak terdapat teks	Hasil OCR akan menampilkan “No text detected”	Berhasil
C07	Melakukan klik pada tombol pilihan mazhab	Mazhab akan berganti sesuai dengan yang dipilih dan menampilkan hasilnya	Berhasil
C08	Melakukan klik pada tombol <i>report</i>	Berpindah ke aplikasi Gmail dan terdapat format untuk melaporkan aplikasi pada <i>developer</i>	Berhasil
C09	Melakukan klik pada tombol “back to home”	Berpindah ke halaman <i>home</i> dan data akan disimpan di halaman riwayat dengan sama persis	Berhasil

5. Fitur *History*

Tabel 4.6 Pengujian *Black Box* fitur *History*

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
-----------	----------------------------	------------------------------	--------------

D01	Melakukan klik pada <i>list</i> riwayat	Menampilkan riwayat verifikasi halal haram yang sama persis dengan fitur halal haram	Berhasil
D02	Menggeser <i>list</i> riwayat	<i>List</i> yang digeser akan terhapus dan riwayat yang tersimpan juga terhapus	Berhasil

Seluruh fitur fungsionalitas aplikasi telah divalidasi dan menunjukkan kinerja yang optimal dalam pengujian *Black Box*, kecuali pada aspek Ketepatan OCR yang tercatat pada id B01 dan B05. Aplikasi tidak mampu menampilkan hasil ekstraksi komposisi secara maksimal dan akurat, terutama ketika memproses label pada produk makanan secara langsung dan pada kemasan dengan tampilan teks yang cembung atau miring. Kegagalan ini disebabkan oleh tantangan pengenalan teks yang spesifik pada kondisi tersebut, di mana beberapa produk memiliki daftar komposisi dengan ukuran teks yang sangat kecil dan bercampur dengan elemen teks lain pada kemasan, sehingga menyebabkan sistem OCR gagal mencapai akurasi 100% dalam ekstraksi data.

4.3.2 Hasil Pengujian *System Usability Scale*

Sebelum menguraikan hasil penilaian *System Usability Scale* (SUS), analisis terlebih dahulu dilakukan terhadap karakteristik responden yang terlibat dalam pengujian. Pengujian ini melibatkan 16 partisipan dengan beragam latar belakang, yang dikelompokkan ke dalam empat variabel demografi, yaitu usia, pekerjaan, pengalaman penggunaan *smartphone*, serta pengalaman menggunakan aplikasi verifikasi halal. Seluruh responden berada pada rentang usia 18–24 tahun dan merupakan pengguna *smartphone* berpengalaman lebih dari lima tahun. Dari sisi pekerjaan, mayoritas responden berstatus mahasiswa, sedangkan sisanya merupakan pekerja aktif. Selain itu, sebagian besar responden belum pernah menggunakan aplikasi verifikasi halal sebelumnya, sehingga memberikan sudut pandang yang lebih objektif dalam menilai kemudahan penggunaan aplikasi. Rincian lengkap mengenai distribusi demografi partisipan disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Demografi responden

Variabel	Kategori	Jumlah
Usia	18-24 tahun	16
Pekerjaan	Mahasiswa	9
	Pekerja	7

Pengalaman <i>smartphone</i>	> 5 tahun	16
Pengalaman aplikasi verifikasi halal	Pernah	3
	Tidak pernah	13

Setelah memperoleh gambaran mengenai profil responden, tahap berikutnya adalah memaparkan hasil penilaian usability aplikasi berdasarkan instrumen *System Usability Scale* (SUS). Instrumen ini terdiri atas sepuluh pernyataan yang harus dijawab oleh seluruh partisipan menggunakan skala Likert 1 hingga 5, di mana nilai 1 menunjukkan “Sangat Tidak Setuju” dan nilai 5 menunjukkan “Sangat Setuju”. Rincian lengkap butir pernyataan SUS dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil pengujian SUS

Responden	Pernyataan									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
R01	3	1	5	1	4	2	3	2	5	2
R02	5	1	4	2	4	1	5	1	4	1
R03	5	2	4	1	4	2	5	2	5	2
R04	4	2	4	2	4	2	4	1	4	2
R05	4	1	5	1	5	2	5	2	4	1
R06	4	2	5	1	5	1	5	1	5	1
R07	4	2	4	2	3	3	4	2	4	2
R08	4	1	4	2	4	2	5	1	3	3
R09	4	5	4	1	4	2	4	2	4	1
R10	3	1	5	2	5	2	5	1	5	1
R11	4	2	4	1	5	1	5	2	4	5
R12	4	2	5	2	4	3	4	2	2	3
R13	4	3	4	3	4	2	4	3	5	4
R14	3	3	4	2	4	1	4	1	5	1
R15	4	1	5	1	5	1	5	1	4	2
R16	5	1	5	2	4	3	5	2	4	2

Guna memfasilitasi perhitungan skor *System Usability Scale* (SUS) bagi setiap partisipan, ditetapkan serangkaian aturan normalisasi skor. Untuk butir-butir pertanyaan yang memiliki nomor ganjil, skor dihitung dengan cara mengurangi nilai tanggapan responden dengan angka satu (1). Sementara itu, untuk butir-butir pertanyaan yang memiliki nomor genap, skor diperoleh dengan mengurangkan nilai yang diberikan responden dari angka lima (5). Hasil dari proses penyesuaian skor individu ini selanjutnya disajikan secara rinci dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan dari pengujian SUS

Responden	Pernyataan										Jumlah
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
R01	2	4	4	4	3	3	2	3	4	3	29
R02	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	36
R03	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	34
R04	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	30
R05	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	36
R06	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	38
R07	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	28
R08	3	4	3	3	3	3	4	4	2	2	31
R09	3	0	3	4	3	3	3	3	3	4	29
R10	2	4	4	3	4	3	4	4	4	4	36
R11	3	3	3	4	4	4	4	3	3	0	31
R12	3	3	4	3	3	2	3	3	1	2	27
R13	3	2	3	2	3	3	3	2	4	1	26
R14	2	2	3	3	3	4	3	4	4	4	32
R15	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	37
R16	4	4	4	3	3	2	4	3	3	3	33
Hasil	48	50	54	54	52	50	56	54	51	47	
Rata-rata	3	3.125	3.375	3.375	3.25	3.125	3.5	3.375	3.187	2.93	
Total											513

Setelah memperoleh skor akhir dari setiap pertanyaan, jumlahkan seluruh skor tersebut untuk mendapatkan total nilai. Total ini kemudian dikalikan dengan angka 2,5.

$$513 \times 2,5 = 1282,5$$

Langkah selanjutnya adalah membagi hasil tersebut (1282,5) dengan jumlah partisipan, yaitu 16 orang.

$$1282,5/16 = 80,156$$

Dengan demikian, skor akhir dari pengujian menggunakan *System Usability Scale* (SUS) adalah 80,156. Berdasarkan penilaian, aplikasi ini telah masuk ke dalam kategori *Acceptable* yang menunjukkan menunjukkan *usability* yang baik dan dapat diterima oleh pengguna.

Namun, hasil pengujian *usability* menunjukkan adanya polarisasi yang menarik antara pandangan pengguna terhadap sistem dan persepsi mereka terhadap diri sendiri. Skor tertinggi pada pernyataan 7 ("Saya rasa orang lain akan belajar menggunakan aplikasi ini dengan sangat cepat") menegaskan bahwa rancangan antarmuka, alur proses, dan konsistensi visual aplikasi dinilai sangat intuitif dan mudah dipelajari. Hal ini memvalidasi keberhasilan aplikasi dalam menyediakan pengalaman yang logis. Namun, skor terendah yang tercatat pada pernyataan 10 ("Saya perlu banyak beradaptasi terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi ini") tidak mencerminkan kegagalan desain aplikasi, melainkan merupakan pengakuan jujur pengguna terhadap tingkat kesulitan tugas verifikasi halal itu sendiri. Proses verifikasi yang melibatkan pemindaian teks, identifikasi komposisi, dan pemahaman perbedaan fatwa antar mazhab adalah tugas yang memerlukan tingkat kehati-hatian pribadi yang tinggi, terlepas dari kemudahan antarmuka yang disediakan. Dengan demikian, aplikasi ini berhasil menciptakan platform yang logis untuk mengatasi masalah yang dasarnya memang kompleks.

4.3.3 Hasil Pengujian Kuesioner Tambahan

Pada subbab ini, akan dilakukan perhitungan hasil pengujian kuesioner tambahan yang meliputi kuesioner khusus yang ditujukan untuk ahli (*expert validation*) dan kuesioner terperinci yang merupakan ekstensi dari *System Usability Scale* (SUS). Hasil dari kuesioner khusus yang ditujukan untuk ahli (*expert validation*) dan kuesioner terperinci yang merupakan ekstensi dari *System Usability Scale* (SUS) dapat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Hasil perhitungan kuesioner khusus untuk ahli

Responden	Pernyataan	Jumlah
-----------	------------	--------

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Ir. Nanung Danar Dono, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.	9	10	9	8	9	7	10	8	8	8	86
Total											86

Pada kuesioner ini terdapat pertanyaan esai yang ditujukan kepada ahli, yakni Ir. Nanung Danar Dono, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., yang dilakukan di ruang dosen Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Pertanyaan yang dilampirkan adalah “Hal apa yang perlu diperbaiki dari aplikasi tersebut dan hal apa yang sudah baik di aplikasi tersebut?” jawaban dari pertanyaan ini adalah “Hal yang sudah baik sangat banyak. Hal yang perlu diperbaiki adalah pengklasifikasian halal, haram, dan syubhat perlu disesuaikan lagi agar lebih sempurna dan bagian alasan masih bisa lebih lengkap. Serta kedepannya berharap agar mazhab ditambahkan menjadi empat”. Pada jawaban tersebut merincikan terkait hal yang perlu diperbaiki atau kekurangan dari aplikasi ini, yakni:

1. Pengklasifikasian Halal, Haram, dan Syubhat

Menurut ahli, pengklasifikasian terhadap daging-dagingan harus diperhatikan dengan lebih detail. Menurutnya, cara penyembelihan adalah hal yang sangat krusial karena dapat mengubah hukum dari daging tersebut. Misalnya pada daging sapi, aplikasi tidak bisa langsung mengkategorikan menjadi halal, karena cara penyembelihannya tidak diketahui.

2. Alasan dari Bahan atau Komposisi

Menurut ahli, alasan ini harus dituliskan dengan lebih lengkap kedepannya. Misalnya dengan menuliskan siapa yang mengeluarkan fatwa hukum dari bahan tersebut, atau badan halal resmi yang dijadikan referensi pada bahan tersebut.

3. Penambahan Mazhab

Menurut ahli, aplikasi dengan versi menggunakan dua mazhab seperti yang diimplementasikan saat ini sudah bagus. Namun kedepannya, alangkah baiknya untuk

menambahkan mazhab Maliki dan Hambali pada aplikasi agar melengkapi pilihan mazhab.

Tabel 4.11 Hasil perhitungan kuesioner terperinci

Responden	Pernyataan										Jumlah
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
R01	10	8	9	7	9	9	8	9	10	10	89
R02	8	9	10	8	10	9	10	9	10	10	93
R03	9	7	7	7	8	9	9	8	6	8	78
R04	8	8	8	7	8	7	8	7	7	8	76
R05	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	90
R06	8	9	10	9	10	8	10	10	9	10	93
R07	9	10	7	8	8	9	9	7	8	9	84
R08	7	7	8	7	9	6	4	8	6	10	72
R09	9	9	9	5	9	9	7	7	7	10	81
R10	7	8	8	10	7	10	10	7	6	6	79
R11	7	9	8	6	8	9	9	4	9	9	78
R12	9	8	9	9	8	10	9	9	7	10	88
R13	7	8	8	5	8	7	7	7	7	7	71
R14	8	10	10	6	9	6	3	6	5	10	73
R15	8	9	9	10	10	9	9	9	9	8	90
R16	8	10	10	5	10	7	8	7	7	9	81
Hasil	131	138	139	118	140	133	129	123	122	143	
Rata-rata	8.187	8.625	8.687	7.375	8.75	8.312	8.062	7.687	7.625	8.937	
Total											1316

Langkah selanjutnya adalah membagi hasil tersebut (1316) dengan jumlah partisipan, yaitu 16 orang.

$$1316/16 = 82,25$$

Pada kuesioner ini juga terdapat pertanyaan esai dengan sifat opsional yang bisa diisi oleh responden. Pertanyaan yang dilampirkan adalah “Hal apa yang perlu diperbaiki dari aplikasi dan hal apa yang sudah baik di aplikasi tersebut?” jawaban dari responden seperti:

1. “Mungkin dari sisi komponen warna lebih bisa ditingkatkan.”
2. “Yang perlu diperbaiki ketepatan scan.:
3. “Tampilan mungkin dapat diperbaiki agar lebih menarik.”
4. “Kalau tulisan kecil tidak keluar bahannya.”
5. “Mungkin hasil dari OCR perlu ditingkatkan kembali.”

Hasil analisis kuesioner tambahan ini menghasilkan kontradiksi yang sangat jelas antara keterbatasan teknologi dan keberhasilan desain komunikasi. Skor terendah pada Pernyataan 4 ("Aplikasi berhasil memproses scan pada berbagai jenis kemasan...") menegaskan bahwa akurasi OCR masih menjadi kendala teknis terbesar saat berhadapan dengan label yang melengkung atau reflektif, yang merupakan batasan yang diakui oleh pengguna. Namun, skor tertinggi pada Pernyataan 10 ("Saya dapat dengan mudah menyampaikan kepada developer saat menemukan kesalahan hukum:") menunjukkan keberhasilan mutlak desain alur pelaporan. Artinya, meskipun aplikasi belum mampu mengatasi masalah teknis pada input gambar yang buruk (kegagalan output), peneliti berhasil menciptakan saluran *feedback* yang sangat mudah dijangkau dan intuitif. Temuan ini membuktikan bahwa mekanisme pelaporan yang dirancang dengan baik menjadi fondasi yang vital bagi peningkatan berkelanjutan dan pengayaan data aplikasi di masa depan, mengatasi ketidaksempurnaan teknologi saat ini.

4.3.4 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi dan Validasi Status

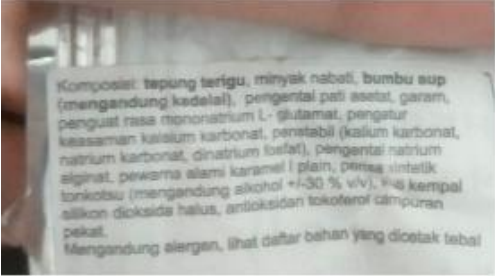
Selain pengujian fungsional dan kegunaan, penelitian ini juga melakukan pengujian performa untuk mengukur tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi teks pada berbagai kondisi bahasa serta memvalidasi kebenaran penentuan status hukum (halal, syubhat, haram). Pengujian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu pengujian kapabilitas multibahasa dan pengujian akurasi klasifikasi menggunakan metode *confusion matrix*.

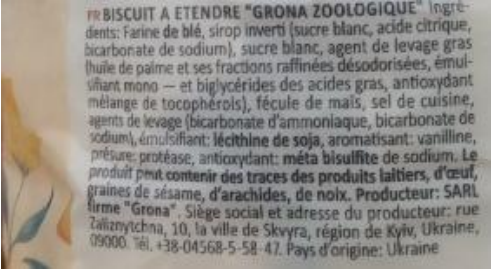
A. Pengujian Deteksi Produk Multibahasa

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan mesin OCR (*ML Kit*) dan fitur penerjemahan (*translation*) dalam memproses kemasan produk yang menggunakan bahasa asing selain bahasa Inggris yang merupakan bahasa pengantar aplikasi. Sampel produk yang digunakan berasal dari negara dengan karakteristik

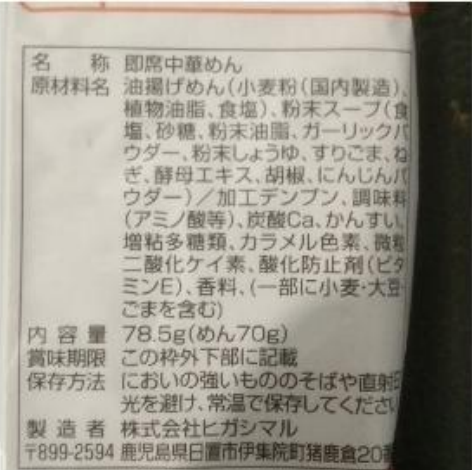
aksara yang berbeda, seperti latin (Indonesia dan Prancis), Korea (Hangul), Jepang (Kanji/Kana), Cina (Hanzi), Thailand (aksara Thai), dan Arab. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.12.

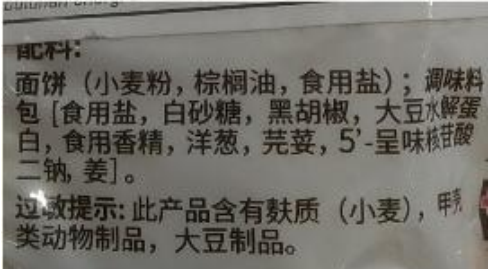
Tabel 4.12 Pengujian *translate* dari bahasa asing

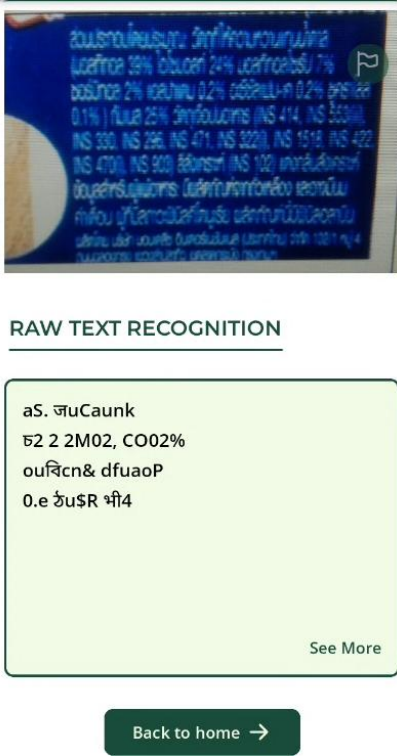
No	Bahasa Asal	Gambar Scan Ingredients	Hasil	Analisis Peneliti	Kesimpulan
1	Latin (Indonesia)		INGREDIENT BREAKDOWN ■ Halal Ingredient ■ Haram Ingredient ■ Syubhat Ingredient ■ Unavailable Data Composit flour Vegetableoil Salt Thesynthetic flavor of tonkotsu containing alcohol 630 v v Smooth silicon dioxide UNDEFINED INGREDIENTS Soup seasoning containing soybeans thickening of acetatestarch Theamplifier of mononatory flavor lglutamate Regulator of acidity of calcium carbonate pensabilizes potassium carbonate sodium carbonate Phosphatedydration Thesodium burial of thenatural coloring of caramel i plain	Mesin OCR dapat mendeteksi dan menerjemahkan bahasa Indonesia menjadi bahasa Inggris dengan sempurna dan berhasil mendeteksi bahan haram yakni “<i>tonkotsu</i>”. Aplikasi dapat mengidentifikasi 5 dari 10 bahan yang ada pada daftar komposisi.	Sesuai

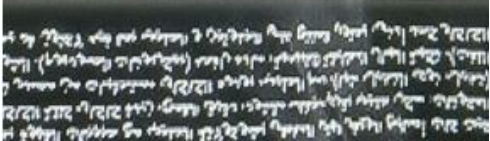
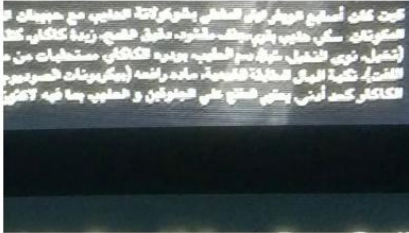
2	Latin (Prancis)		INGREDIENT BREAKDOWN ■ Halal Ingredient ■ Haram Ingredient ■ Syubhat Ingredient ■ Unavailable Data Citric acid Sodium bicarbonate Whitesugar Kitchen salt Sodium bicarbonate Emulsifier soy lecithin Rennet protease UNDEFINED INGREDIENTS En biscuit zoological grona ingredients wheat flour Inverti syrup whitesugar Fat lifting agent palm oil and refined fractions deodorized MonO and biglycerides of fatty acids Antioxidant mixtureof tocopherols	Mesin OCR dapat mendeteksi dan menerjemahkan bahasa Prancis menjadi bahasa Inggris dengan sempurna. Aplikasi dapat mengidentifikasi 7 dari 12 bahan yang ada pada daftar komposisi.	Sesuai
---	--------------------	---	--	--	---------------

3	Korea (Hangul)		REASON FOR STATUS Due to: - Milkcontaining days (From permissible cattle.) INGREDIENT BREAKDOWN ■ Halal Ingredient ■ Haram Ingredient ■ Syubhat Ingredient ■ Unavailable Data Milkcontaining days UNDEFINED INGREDIENTS Missing district district district domestic castledomestic lesander st renyang domestic lecatebra yan pansandong 35 regulating indicators soys  Report Undefined	Mesin OCR berhasil mengenali karakter Hangul. Fitur penerjemah mengubahnya menjadi bahasa Inggris sehingga bahan alergen/kritis seperti "<i>milk</i>" dapat teridentifikasi. Aplikasi juga mengidentifikasi seluruh bahan yang ada pada daftar komposisi.	Sesuai
---	-------------------	---	---	--	--------

4	Jepang (Kanji)	 名 称 即席中華めん 原材料名 油揚げめん(小麦粉(国内製造)、植物油、食塩)、粉末スープ(食塩、砂糖、粉末油脂、ガーリックパウダー、粉末しょうゆ、すりごま、ねぎ、酵母エキス、胡椒、にんじんパウダー)/加工デンプン、調味料(アミノ酸等)、炭酸Ca、かんすい、増粘多糖類、カラメル色素、澱粉二酸化ケイ素、酸化防止剤(ビタミンE)、香料、(一部に小麦・大豆ごまを含む) 内 容 量 78.5g(めん70g) 賞味期限 この枠外下部に記載 保存方法 においの強いもののそばや直射日光を避け、常温で保存してください 製 造 者 株式会社ヒガシマル 〒899-2594 鹿児島県日置市伊集院町猪鹿倉20番	INGREDIENT BREAKDOWN ■ Halal Ingredient ■ Haram Ingredient ■ Syubhat Ingredient ■ Unavailable Data Vegetableoil Salt Powder soup salt Sugar Powder oil Powder soy sauce Grim Nogo Yeast extract UNDEFINED INGREDIENTS Nameinstant celebration raw material nameoil fried mont flour domestic production Garlicpa weddi Narcinjin bold machining starch Seasoning amino acid etc Caic acid ca Irritated Thickness classy Caramel pigment	Karakter Kanji dan Kana terdeteksi dengan baik oleh ML Kit. Hasil terjemahan cukup untuk mengidentifikasi bahan dasar seperti "<i>powder oil</i>", "<i>salt</i>", dan "<i>sugar</i>". Aplikasi dapat mengidentifikasi 9 dari 16 bahan yang ada pada daftar komposisi.	Sesuai
---	-------------------	--	--	--	--------

5	Cina (Mandarin)		INGREDIENT BREAKDOWN ■ Halal Ingredient ■ Haram Ingredient ■ Syubhat Ingredient ■ Unavailable Data Pan wheat flour Tung oil Whitesugar Soybean hydrochemistry Onion UNDEFINED INGREDIENTS Food acquisition Seasoning package ediblehot Edibleflavor Finish Searly sikido two mature crying east tip this hikin contains a version wheat Ming american work products Soybean products	Pengenalan karakter hanzi berjalan optimal. Hasil terjemahan ke bahasa Inggris akurat dan sesuai dengan hasil di <i>database</i>. Aplikasi dapat mengidentifikasi 5 dari 6 bahan yang ada pada daftar komposisi.	Sesuai
---	--------------------	---	---	---	--------

6	Thailand (Aksara Thai)			Sistem gagal melakukan ekstraksi teks karena pustaka <i>ML Kit On-Device</i> versi v2 yang digunakan belum menyediakan model bahasa untuk aksara Thailand.	Tidak sesuai
---	---------------------------	---	---	--	--------------

7	Arab (Arabic)		ORIGINAL SCAN IMAGE   RAW TEXT RECOGNITION No text detected. See More	Sistem gagal mengenali aksara Arab. Hal ini disebabkan oleh ketiadaan dukungan model OCR <i>on-device</i> untuk bahasa Arab pada versi <i>library</i> saat ini.	Tidak sesuai
---	------------------	---	---	---	--------------

Hasil pengujian pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa sistem mampu menangani produk dari wilayah Asia Timur (Korea, Jepang, dan Cina) serta produk berbasis karakter Latin (Indonesia dan Prancis) dengan sangat baik. Keberhasilan ini didukung oleh ketersediaan model bahasa yang komprehensif pada pustaka *ML Kit Text Recognition v2*.

Namun, sistem belum mampu memproses produk yang menggunakan Aksara Thailand dan Arab. Kegagalan ini merupakan batasan teknis dari penelitian, mengingat *ML Kit On-Device* versi saat ini belum mendukung pengenalan karakter (*text recognition*) untuk kedua aksara tersebut. Penting untuk dicatat bahwa kendala ini terletak pada tahap hulu (OCR), bukan pada tahap penerjemahan. Secara teoritis, fitur *ML Kit Translation* yang digunakan dalam aplikasi ini sudah mendukung penerjemahan bahasa Arab dan Thailand ke bahasa Inggris. Oleh karena itu, jika di masa mendatang Google merilis pembaruan *model OCR* yang mendukung kedua aksara tersebut, sistem akan secara otomatis dapat memproses dan memverifikasi produk dari negara terkait tanpa perlu mengubah logika penerjemahan yang ada.

B. Pengujian Validasi Status (*Confusion Matrix*)

Pengujian validasi status dilakukan untuk mengukur performa sistem dalam mengklasifikasikan hukum produk secara otomatis. Pengujian ini menggunakan 100 sampel produk dengan skema *ground truth* (kebenaran dasar) yang dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan keberadaan label sertifikasi dan komposisi bahan:

1. *Actual* halal (27 Sampel): Produk yang memiliki label sertifikasi halal resmi.
2. *Actual* syubhat (23 Sampel): Produk tanpa label sertifikasi halal, namun tidak mencantumkan bahan yang secara eksplisit haram.
3. *Actual* haram (50 Sampel): Produk yang secara eksplisit mencantumkan bahan haram (babi, alkohol, atau turunannya) pada komposisinya.

Evaluasi dilakukan menggunakan *multi-class confusion matrix* (3x3) untuk dua skenario mazhab:

a. Hasil Pengujian Mazhab Hanafi

Pada skenario pertama, logika penentuan status disesuaikan dengan kaidah mazhab Hanafi yang memiliki pandangan berbeda terkait beberapa bahan tertentu, seperti status

hewan laut selain ikan dan penggunaan alkohol sintetis. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Data *confusion matrix* mazhab Hanafi

	Prediksi halal	Prediksi Syubhat	Prediksi Haram	Total
<i>Actual</i> halal	23	2	2	27
<i>Actual</i> syubhat	12	10	1	23
<i>Actual</i> haram	0	0	50	50
				100

Berdasarkan tabel di atas, terlihat adanya peningkatan jumlah prediksi halal pada produk bersertifikat, yaitu dari 16 produk pada mazhab Syafi'i menjadi 23 produk pada mazhab Hanafi. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa beberapa bahan yang dianggap syubhat (samar) dalam kaidah Syafi'i terbaca sebagai halal dalam kaidah Hanafi yang cenderung lebih fleksibel terhadap bahan non-babi dan non-khamr. Selain itu, ditemukan kasus unik pada dua produk dari kategori *actual Halal* yang terdeteksi sebagai haram. Produk tersebut mengandung bahan hewan laut (*squid* atau *shrimp*) yang halal di Indonesia (Syafi'i) namun dikategorikan haram dalam fikih Hanafi. Temuan ini membuktikan bahwa fitur personalisasi mazhab berfungsi dengan sangat akurat dalam memfilter produk sesuai keyakinan pengguna.

Untuk mengukur performa sistem secara kuantitatif, dilakukan perhitungan metrik *akurasi*, *precision*, dan *recall* dari tiga sudut pandang (*point of view*/POV) kelas yang berbeda.

1. POV Halal:

TP (23): Produk halal dideteksi halal.

FP (12): Produk syubhat dideteksi halal.

FN (4): Produk halal dideteksi syubhat.

TN (61): Produk haram/syubhat dideteksi nonhalal.

Tabel 4.14 Perhitungan POV halal mazhab Hanafi

Metrik	Rumus Perhitungan	Hasil
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total} =$	84%

	$(23 + 61) / 100$	
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP) =$ $23 / (23 + 12)$	65,71%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN) =$ $23 / (23 + 4)$	85,19%

2. POV Syubhat:

TP (10): Produk syubhat dideteksi syubhat.

FP (2): Produk halal dideteksi syubhat.

FN (13): Produk syubhat dideteksi halal/haram.

TN (75): Produk jelas (halal/haram) dideteksi jelas.

Tabel 4.15 Perhitungan POV syubhat mazhab Hanafi

Metrik	Rumus Perhitungan	Hasil
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total} =$ $(10 + 75) / 100$	85%
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP) =$ $10 / (10 + 2)$	83,33%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN) =$ $10 / (10 + 13)$	43,48%

3. POV Haram:

TP (50): Produk haram dideteksi haram.

FP (1): Produk syubhat dideteksi haram.

FN (0): Produk haram lolos.

TN (49): Produk aman dideteksi aman.

Tabel 4.16 Perhitungan POV haram mazhab Hanafi

Metrik	Rumus Perhitungan	Hasil
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total} =$ $(50 + 49) / 100$	99%
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP) =$ $50 / (50 + 1)$	98,04%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN) =$ $50 / (50 + 0)$	100%

b. Hasil Pengujian Mazhab Syafi'i

Pada skenario kedua, logika status mengikuti kaidah mazhab Syafi'i yang umum digunakan di Indonesia, di mana seluruh hewan laut dianggap halal namun aturan terkait najis dan alkohol diterapkan secara ketat. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Data *confusion matrix* mazhab Syafi'i

	Prediksi halal	Prediksi Syubhat	Prediksi Haram	Total
<i>Actual</i> halal	16	11	0	27
<i>Actual</i> syubhat	7	15	1	23
<i>Actual</i> haram	0	0	50	50
				100

Hasil pengujian menunjukkan keamanan mutlak dengan capaian *Recall* 100% pada kategori haram. Dari 50 produk haram, sistem berhasil mendeteksi seluruhnya sebagai haram tanpa ada yang lolos (*false negative*). Namun, terdapat sensitivitas tinggi pada deteksi syubhat, di mana 11 produk bersertifikat halal terdeteksi sebagai syubhat. Hal ini disebabkan oleh adanya bahan tambahan pangan (seperti *emulsifier* atau *flavoring*) yang sumber asalnya belum terverifikasi secara spesifik di dalam basis data, sehingga

sistem secara otomatis menerapkan prinsip kehati-hatian (*ihtiyat*). Sebaliknya, pada kategori produk tanpa label (*actual syubhat*), terdapat 7 produk yang terdeteksi halal. Hal ini wajar karena secara komposisi (*ingredients*), bahan-bahan dalam produk tersebut murni nabati atau mineral yang terdaftar halal di *database*, meskipun produknya tidak memiliki sertifikat resmi. Selain itu, satu produk tanpa label berhasil dideteksi sebagai haram, menunjukkan kemampuan sistem dalam menemukan bahan terlarang yang mungkin tidak disadari konsumen. Berikut adalah hasil perhitungan metrik untuk setiap mazhab Syafi'i. Analisis performa metrik untuk mazhab Syafi'i adalah sebagai berikut:

1. POV Halal:

TP (16): Produk halal dideteksi halal.

FP (7): Produk syubhat dideteksi halal (risiko rendah, karena zatnya suci).

FN (11): Produk halal dideteksi syubhat (terlalu hati-hati).

TN (66): Produk haram/syubhat dideteksi nonhalal.

Tabel 4.18 Perhitungan POV halal mazhab Syafi'i

Metrik	Rumus Perhitungan	Hasil
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total} =$ $(16 + 66) / 100$	82%
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP) =$ $16 / (16 + 7)$	69,57%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN) =$ $16 / (16 + 11)$	59,26%

2. POV Syubhat:

TP (15): Produk syubhat dideteksi syubhat.

FP (11): Produk halal dideteksi syubhat.

FN (8): Produk syubhat dideteksi halal/haram.

TN (66): Produk jelas (halal/haram) dideteksi jelas.

Tabel 4.19 Perhitungan POV syubhat mazhab Syafi'i

Metrik	Rumus Perhitungan	Hasil
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total} =$ $(15 + 66) / 100$	81%
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP) =$ $15 / (15 + 7)$	57,69%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN) =$ $15 / (15 + 8)$	65,22%

3. POV Haram:

TP (50): Produk haram dideteksi haram.

FP (3): Produk syubhat dideteksi haram.

FN (0): Produk haram lolos.

TN (47): Produk aman dideteksi aman.

Tabel 4.20 Perhitungan POV haram mazhab Syafi'i

Metrik	Rumus Perhitungan	Hasil
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total} =$ $(50 + 47) / 100$	97%
<i>Precision</i>	$TP / (TP + FP) =$ $50 / (50 + 3)$	94,34%
<i>Recall</i>	$TP / (TP + FN) =$ $50 / (50 + 0)$	100%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang sangat tinggi pada POV haram (*recall* 100%) di kedua mazhab. Hal ini menegaskan bahwa prioritas utama sistem untuk mendeteksi bahan terlarang telah berjalan sempurna tanpa *false*

negative. Variasi nilai pada POV halal dan syubhat antar mazhab menunjukkan sensitivitas sistem dalam mengadaptasi perbedaan kaidah fikih, di mana mazhab Hanafi cenderung memberikan hasil halal yang lebih tinggi (*recall* 85%) dibandingkan Syafi'i (*recall* 59%) yang lebih ketat.

4.4 Pembahasan

Proses pengembangan aplikasi bergerak untuk memverifikasi status halal produk berdasarkan komposisi bahan menggunakan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) telah berhasil diselesaikan dengan baik, dipandu oleh pendekatan metode *Design Thinking*. Pemilihan metode *Design Thinking* terbukti strategis karena tidak hanya memberikan fleksibilitas yang dibutuhkan selama pengembangan sistem, tetapi yang lebih krusial, metode ini mampu menggali masalah dari perspektif dan keresahan pengguna (*user-centric*), sehingga luaran aplikasi yang dihasilkan benar-benar relevan dan sesuai dengan kebutuhan pengguna yang sesungguhnya.

Fitur utama yang diimplementasikan dalam pengembangan aplikasi ini mencakup fungsionalitas OCR untuk verifikasi komposisi produk, fitur pencarian di basis data (*search in database*), dan fitur pilihan mazhab di halaman hasil. Penerapan sistem ini sepenuhnya didasarkan pada prototipe desain yang telah disempurnakan pada fase *Design Thinking*.

Untuk memvalidasi fungsionalitas sistem secara menyeluruh, dilakukan pengujian dengan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini mencakup evaluasi terhadap fitur-fitur penting seperti *search in database*, halaman kamera, ketepatan OCR, fitur verifikasi halal haram, dan fitur riwayat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur dan proses utama dapat berjalan dengan baik dan sesuai harapan, meskipun teridentifikasi tantangan minor pada dua deskripsi pengujian terkait ketepatan OCR (B01 dan B05). Kegagalan parsial ini terjadi karena beberapa produk memiliki teks komposisi yang terlalu kecil atau bercampur dengan teks lain (misalnya pada label cembung/miring), sehingga menyebabkan sistem gagal menampilkan hasil dengan akurasi 100%.

Selain tantangan pada aspek pembacaan citra, analisis hasil pengujian juga menemukan bahwa kondisi jaringan internet memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan aplikasi dalam menampilkan status hukum produk. Hal ini disebabkan oleh arsitektur sistem yang menerapkan metode *Server-Side Fetching* ke *Cloud Firestore* untuk menjamin validitas data. Dalam kondisi online yang stabil, hasil status halal atau haram dapat muncul segera setelah teks terdeteksi. Namun, pada kondisi jaringan tidak stabil atau *offline*, meskipun fitur OCR

tetap berhasil membaca teks bahan secara lokal di perangkat (*on-device*), aplikasi tidak dapat mengambil data status hukum dari peladen (*server*), sehingga status bahan akan ditampilkan sebagai “unavailable”. Oleh karena itu, keberhasilan verifikasi kehalalan pada sistem ini sangat bergantung pada ketersediaan koneksi internet pengguna.

Evaluasi mendalam juga dilakukan terhadap kemampuan sistem dalam memproses produk global (multibahasa) dan akurasi penentuan status hukum. Hasil pengujian deteksi produk asing menunjukkan bahwa integrasi ML Kit mampu menangani produk dari wilayah Asia Timur (Korea, Jepang, dan Cina) serta produk berbasis aksara Latin (seperti Prancis) dengan sangat baik. Fitur penerjemah otomatis berhasil mengonversi komposisi bahan asing ke dalam bahasa Inggris sebagai bahasa standar basis data, sehingga memungkinkan deteksi bahan kritis seperti " *shortening* " atau " *pork* " yang tertulis dalam bahasa asli. Namun, ditemukan batasan teknis pada pengolahan aksara Thailand dan Arab yang belum didukung oleh versi pustaka OCR *on-device* saat ini.

Selanjutnya, validasi terhadap akurasi logika penentuan status hukum menggunakan Confusion Matrix menunjukkan hasil yang sangat positif dalam aspek keamanan. Pada kedua skenario (mazhab Hanafi dan Syafi'i), sistem mencatatkan nilai *recall* yang sempurna (100%) untuk kategori produk haram. Angka ini mengindikasikan bahwa algoritma sistem bekerja efektif sebagai "jaring pengaman" (*safety net*), memprioritaskan deteksi bahaya untuk mencegah pengguna mengonsumsi produk terlarang. Selain itu, kemampuan sistem untuk membedakan status hukum pada produk yang sama berdasarkan mazhab yang dipilih seperti pada kasus bahan hewan laut (*seafood*) yang halal di Syafi'i namun haram di Hanafi membuktikan bahwa fitur personalisasi fikih telah berjalan akurat sesuai kaidah masing-masing mazhab.

Terakhir, aspek kegunaan (*usability*) aplikasi dievaluasi secara kuantitatif menggunakan instrumen baku *System Usability Scale* (SUS). Pengujian ini melibatkan 16 partisipan yang diminta mengisi kuesioner sepuluh pernyataan dengan skala penilaian 1 hingga 5. Berdasarkan hasil perhitungan skor SUS, diperoleh total skor sebesar 80,156. Selain itu, pengujian diperkaya dengan dua evaluasi tambahan: kuesioner khusus yang ditujukan kepada ahli (*expert validation*) yang mendapatkan skor akhir 86, dan kuesioner terperinci (ekstensi dari SUS) yang menghasilkan skor 82,25. Pencapaian ketiga skor evaluasi tersebut secara konsisten melampaui ambang batas 71,0, yang berarti seluruhnya telah masuk ke dalam kategori *acceptable*. Capaian ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat diterima dengan baik dari segi kemudahan dan kenyamanan penggunaan oleh pengguna.

Dengan demikian, aplikasi ini telah berhasil dibangun dan diuji secara komprehensif, baik dari sisi fungsionalitas (*Black Box*), kecerdasan sistem (*accuracy & multilingual Support*), maupun kegunaannya (SUS). Meskipun akurasi OCR masih menghadapi kendala teknis pada kondisi input ekstrem dan keterbatasan bahasa tertentu, seluruh fitur utama bekerja secara optimal dalam memberikan perlindungan preventif bagi konsumen muslim.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi bergerak untuk verifikasi status halal produk, yang didasarkan pada analisis komposisi bahan menggunakan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR), telah berhasil dikembangkan dengan sukses menggunakan pendekatan metode *Design Thinking*. Pemilihan metodologi ini terbukti efektif dalam memandu proses perancangan, memastikan fokus aplikasi diarahkan pada solusi yang mengatasi kebutuhan pengguna yang sesungguhnya. Integrasi OCR dilakukan melalui rangkaian modul yang meliputi pengambilan gambar dan pemangkasan area label (*CameraX + uCrop*), prapemrosesan citra (*resize*, rotasi, normalisasi kontras), penerapan ML Kit *text recognition (on-device)* untuk ekstraksi teks, dilanjutkan dengan pascapemrosesan (normalisasi teks, penghapusan *noise*, serta *fuzzy matching* untuk menangani *typo*) dan pemetaan hasil ke koleksi *ingredients* pada *Cloud Firestore* untuk menentukan status halal/haram/syubhat. Uji fungsionalitas menggunakan *Black Box Testing* memvalidasi bahwa sebagian besar fitur utama aplikasi, termasuk *search in database*, verifikasi halal haram, dan *history*, dapat beroperasi secara optimal dan sesuai dengan ekspektasi. Meskipun demikian, teridentifikasi adanya tantangan teknis minor pada ketepatan OCR ketika memproses teks yang sangat kecil atau miring (Kasus Uji B01 dan B05). Walaupun menghadapi kendala tersebut, aspek kegunaan (*usability*) aplikasi dinilai sangat baik, di mana skor akhir *System Usability Scale* (SUS) dari partisipan mencapai 80,156, skor kuesioner ahli mencapai 86, dan skor kuesioner terperinci mencapai 82,25. Pencapaian skor-skor tersebut secara konsisten berada di kategori *acceptable*, yang secara tegas menunjukkan bahwa aplikasi telah berhasil dibangun, bekerja secara fungsional, dan diterima dengan baik dari segi kemudahan penggunaan oleh pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan, beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan aplikasi di masa mendatang adalah:

A. Peningkatan Akurasi OCR

Perlu dilakukan penelitian dan implementasi lebih lanjut terhadap algoritma *pre-processing* gambar. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi *Optical Character Recognition* (OCR) agar mampu mengatasi tantangan ekstraksi teks pada kondisi input yang tidak ideal (teks kecil, buram, atau melengkung) yang saat ini masih menjadi kendala fungsional utama.

B. Penambahan Sumber Referensi dan Mazhab

Pengembangan basis data fatwa dapat diperluas dengan menambahkan referensi dari badan-badan sertifikasi halal resmi yang lebih banyak, serta mengintegrasikan data *e-numbers* secara lebih komprehensif untuk memperkaya cakupan verifikasi. Serta menambahkan pilihan mazhab agar referensi dari aplikasi semakin beragam.

C. Pengembangan Fitur Lanjutan

Disarankan untuk mengembangkan fitur laporan *bug* dan *feedback* agar terintegrasi langsung ke dalam backend aplikasi (misalnya melalui API khusus) alih-alih melalui *email*. Hal ini akan mempermudah *developer* dalam melacak, memprioritaskan, dan menindaklanjuti masukan dari pengguna secara lebih sistematis dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Andita, M. P., Masjid, J., Ghazali, A., Lama, B., Palembang, K., Selatan, S., Fakultas, S. S., Program, E., Manajemen, I., Sriwijaya, U., Wahab, Z., & Program, F. E. (2021). Peran kepercayaan merek sebagai variabel mediasi pada hubungan kepribadian merek halal dan loyalitas merek. *Jurnal Manajemen Maranatha*, 21(1), 45–54. <https://doi.org/10.28932/JMM.V21I1.4066>
- Arifin, F. N. (2019). *Pendapat Madzhab Hanafi tentang perbedaan khamr dan nabiz dan implikasinya terhadap penentuan hukum* [UIN Walisongo]. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/10230/>
- Bangkit, D. A. (2022). *Implementasi named-entity recognition dan optical character recognition untuk aplikasi pendeteksi kehalalan bahan makan*. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/65222>
- Bratsberg, H. M. (2012). *Empathy Maps of the FourSight Preferences*.
- DinarStandard. (2025). *SGIE 2024 - 25 Report | PDF | Economies*. <https://www.scribd.com/document/894469893/SGIE-2024-25-Report>
- Hidayat, H., & Afrizal, I. (2022). *Application System for Checking Halal Product Status Using QR-Code Based on Android and Web*.
- Plattner, H. (2010). *An introduction to design thinking: Process guide*. <https://alnap.org/help-library/resources/an-introduction-to-design-thinking-process-guide/>
- 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. *Proceeding of International Annual Conference on Islamic Economy and Law*, 2(2), 258–274. <https://doi.org/10.21107/ACIEL.V2I2.261>
- 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, 321–334. <https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin/article/view/8174/4015>
- Rosyadi, A. W., Ma'shummah, S., Zaman, M. Q., & Fajar, Moh. R. (2024). *Ingredients Identification Through Label Scanning Using PaddleOCR and ChatGPT for Information Retrieval*. 8. <https://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/6119/992>

- Sadad, N. M. A. (2023). *Pengembangan perangkat lunak deteksi status halal bahan tambahan produk makanan menggunakan Framework Scrumban*.
- Safitri, F. N., Rachmawati, I. F., & Azizah, N. (2023). TITIK TEMU DARI SEBUAH PERBEDAAN: ANALISIS PERBEDAAN MAZHAB-MAZHAB FIQH. *Islamic Education*, 1(1), 38–50.
<https://maryamsejahtera.com/index.php/Education/article/view/154>
- Saputra, T. M. E., Susanto, A., & Carmelita, B. J. (2024). Implementation of Tesseract OCR and Bounding Box for Text Extraction on Food Nutrition Labels. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 6(3), 1403–1412.
<https://doi.org/10.47065/BITS.V6I3.6107>
- Suhairi, M., Rahmi, E., & Kurniawaty, E. (2025). Penerapan Teknologi Optical Character Recognition pada Aplikasi Pemindaian Nutrisi di Label Kemasan Makanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Komunikasi*, 5(1), 219–236.
<https://doi.org/10.55606/JUITIK.V5I1.1205>
- Sunardi, H., Suhandi, N., Coyanda, J. R., & Rachmansyah, R. (2022). Studi Pendahuluan Sistem Keamanan Parkir Berbasis Opencv Di Kampus Universitas Indo Global Mandiri. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 13(3). <https://doi.org/10.36982/JIIG.V13I3.2693>
- Tarannum, S., Jalal, M. 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>
- Thammarak, K., Kongkla, P., Sirisathitkul, Y., & Intakosum, S. (2022). Comparative analysis of Tesseract and Google Cloud Vision for Thai vehicle registration certificate. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(2), 1849–1858.
<https://doi.org/10.11591/IJECE.V12I2.PP1849-1858>
- Wicaksono, S. (2022). *Blackbox Testing Teori dan Studi Kasus*.
https://www.researchgate.net/publication/368666343_Blackbox_Testing_Teori_dan_Studi_Kasus/citation/download
- 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/EEL.V11I5.3808>
- Zariman, N., Shazali, S., & ... N. H.-... A. D. E. (2025). Halalcheck: AI-Powered Food Ingredient Scanner. *Kulliyah.Iium.Edu.My*, 66–72.

[https://kulliyyah.iium.edu.my/kict/wp-](https://kulliyyah.iium.edu.my/kict/wp-content/uploads/sites/3/2025/03/IGIIDEation2025_OfficialBook.pdf#page=76)

[content/uploads/sites/3/2025/03/IGIIDEation2025_OfficialBook.pdf#page=76](https://kulliyyah.iium.edu.my/kict/wp-content/uploads/sites/3/2025/03/IGIIDEation2025_OfficialBook.pdf#page=76)

Zulkarnain, T., Suharyanto, & Anton. (2020). *PERANCANGAN APLIKASI OPTICAL CHARACTER RECOGNITION BERBASIS BACKPROPAGATION PADA PERANGKAT MOBILE*. 14. <https://ejournal.nusamandiri.ac.id/index.php/inti/article/view/1134/609>

LAMPIRAN

https://drive.google.com/drive/folders/1IG79aWLPliRJQijL9oLhwITG-IH1qlPR?usp=drive_link